

*Maatalouden  
tutkimuskeskuksen  
julkaisuja*

S A R J A B

24

*Merja Eurola  
Veli Hietaniemi  
(toim.)*

**Seleenityöryhmän raportti**

**Seurantatulokset vuosilta  
1997–1999**

*Merja Eurola ja Veli Hietaniemi (toim.)*

---

# **Seleenityöryhmän raportti**

**Seurantatulokset vuosilta 1997–1999**

**Report of the Selenium Monitoring  
Programme 1997–1999**

---

**Maatalouden tutkimuskeskus**

ISBN 951-729-582-0

ISSN 1238-9943

*Copyright*

Maatalouden tutkimuskeskus  
Merja Eurola ja Veli Hietaniemi

*Julkaisija*

Maatalouden tutkimuskeskus, 31600 Jokioinen

*Jakelu ja myynti*

Maatalouden tutkimuskeskus, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen  
Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339  
sähköposti [julkaisut@mtt.fi](mailto:julkaisut@mtt.fi)

*Painatus*

Jyväskylän yliopistopaino 2000

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.  
Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

## Tiivistelmä

*Avainsanat: seleeni, lannoitus, lannoitteet, rehut, elintarvikkeet, vilja, seerumi, vesi*

Vuonna 1984 Suomessa aloitettiin maa- ja metsätalousministeriön päätöksellä seleenin lisääminen moniravinteisiin epäorgaanisiin lannoitteisiin. Toimenpiteen tavoitteena oli väestön ja kotieläinten seleeninsaannin turvaaminen. Samassa yhteydessä asetettiin seleenityöryhmä, jonka tehtävänä oli arvioida seleenilannoituksen vaikutuksia ja tarvittaessa tehdä ehdotuksia lannoituskäytännön muuttamiseksi. Seleenityöryhmä toimi aluksi Helsingin yliopiston vetämänä. Vuonna 1998 maa- ja metsätalousministeriö antoi seleeniseurannan Maatalouden tutkimuskeskuksen tehtäväksi, joka koordinoi hanketta eri tutkimuslaitosten välillä.

Seleenilannoituksen tasoa on muutettu kaksi kertaa vuoden 1984 jälkeen. Vuonna 1990 lannoitteiden seleenipitoisuutta pienennettiin 6 mg/kg kaikkiin moniravinteisiin lannoitteisiin ja vuonna 1998 seleenimäärä nostettiin 10 mg/kg.

Viljelymaiden, pintavesien ja järvisedimenttien seleenipitoisuuksissa ei havaittu seleenilannoituksesta johtuvia muutoksia. Seleenipitoisuudet vuonna 1997–1999 olivat samaa tasoa kuin 1990-luvun alkupuolella.

Nurmirehujen seleenipitoisuuksien vaihtelu on suurta erityisesti kevätasadossa. Pitoisuudet ovat pienentyneet jonkin verran 1990-luvulla ja yksittäisiä suuria pitoisuuksia ei havaittu. Rehuviljojen seleenipitoisuudet ovat pienentyneet 1990-luvun alkupuolelta noin puoleen. Pitoisuudet ovat nyt keskimäärin 0,04–0,05 mg/kg ka. Teollisissa rehuseoksissa havaittiin jonkin verran sallittujen pitoisuuksien ylityksiä. Tämä kuvastaa, miten vaikeaa rehuseosten valmistajien on arvioida raaka-aineiden seleenipitoisuutta.

Suomalaisten seleenin saanti on laskeutunut koko 1990-luvun ajan ja oli vuonna 1999 0,065 mg/vrk. Saanti on kuitenkin edelleen ravitsemuksellisesti riittävällä tasolla ja takaa hyvän saantitason erityyppisissä ruokavalioissa.

Ihmisen veren ja seerumin seleenipitoisuudet olivat touko-kesäkuussa 1999 1,9  $\mu\text{mol/l}$  ja 1,1  $\mu\text{mol/l}$ . Pitoisuudet ovat laskeneet vuonna 1990 tehdyn lannoitteiden seleenipitoisuuden pienentämisen jälkeen ja ovat vakiintuneet nykyiselle tasolle. Pitoisuuksissa ei näy vielä vuonna 1998 tehtyä lannoitteiden seleenimäärän lisäystä.

**Eurola, M.<sup>1)</sup> & Hietaniemi, V.<sup>1)</sup> (eds.) 2000.** Report of the Selenium Monitoring Programme 1997–1999. Publications of Agricultural Research Centre of Finland. Serie B 24. Jokioinen: Agricultural Research Centre of Finland. 25 p. + 5 app. ISSN 1238-9943, ISBN 951-729-582-0.

<sup>1)</sup>Agricultural Research Centre of Finland, Food Research. Chemistry Laboratory, FIN-31600 Jokioinen, Finland, merja.eurola@mtt.fi

## Abstract

*Key words: selenium, selenium fertilization, fertilizers, feeds, foodstuffs, grain, serum, water*

In Finland, 1984, by resolution of the Ministry of Agriculture and Forestry, the addition of selenium to multiple nutrient inorganic fertilizers was initiated. The goal of the procedure was the safeguarding of selenium acquisition for the general populace and for domestic animals. In the same connection, a selenium work group was set up, whose task was to assess the effects of selenium fertilization and, as required, make proposals for the modification of fertilization practices. The selenium work group initially functioned under the direction of the University of Helsinki. In 1998, the Ministry of Agriculture and Forestry assigned a selenium follow-up as the task of the Agricultural Research Centre, which co-ordinated the project amongst the various research facilities.

The level of selenium fertilization has been altered twice since 1984. In 1990, the selenium content of fertilizers was reduced to 6 mg/kg in all multiple nutrient fertilizers, and in 1998 the amount of selenium was raised to 10 mg/kg.

Changes arising from selenium fertilization have not been noted respective to selenium concentrations in areas under cultivation, surface waters and lake sediments. Selenium concentrations during the years 1998–1999 were on the same level as during the outset of the 1990s.

Fluctuation in the selenium concentrations of grass feeds is considerable during the spring harvest in particular. Concentrations have dwindled somewhat during the 1990s, and large individual concentrations have not been observed. The selenium concentrations of feed grains have decreased during the outset of the 1990s to approximately half. The concentrations are now, on average, 0.04–0.05 mg/kg ka. In industrial mixed feeds, excesses were noted to some extent in permitted concentrations. This characterizes how difficult it is for mixed feed producers to assess the selenium concentrations of raw materials.

The supply of selenium on the part of Finns has declined during the entire 1990s and was, in 1999, 0.065 mg/day. This supply is nevertheless still on a nutritionally adequate level and ensures a favourable acquisition level with respect to various types of diets.

The selenium concentrations in human blood and serum in 1999 were 1.9  $\mu\text{mol/l}$  and 1.1  $\mu\text{mol/l}$ , respectively. These concentrations have decreased subsequent to the reduction of fertilizer selenium concentrations as conducted in 1990, and have stabilized at the present level. The increase in the amount of selenium as undertaken in 1998 does not yet reflected in the concentrations.

# Sisällys

Tiivistelmä . . . . .	3
Abstract . . . . .	4
<i>Eurola, M.</i> Johdanto . . . . .	6
<i>Eurola, M.</i> Maan seleenipitoisuus . . . . .	8
<i>Alfthan, G. &amp; Aro, A.</i> Veden seleenipitoisuus . . . . .	9
<i>Luukkonen, E. &amp; Kivisaari, S.</i> Lannoitteiden seleenipitoisuudet ja niiden valvonta . . . . .	13
<i>Eurola, M. &amp; Kivisaari, S.</i> Säilörehun seleenipitoisuus . . . . .	15
<i>Eurola, M.</i> Rehuviljan seleenipitoisuus . . . . .	16
<i>Varimo, K. &amp; Rankanen, R.</i> Rehuvalmisteiden seleenipitoisuus . . . . .	17
<i>Eurola, M., Hirvi, T. &amp; Venäläinen, E.-R.</i> Elintarvikkeiden seleenipitoisuus . . . . .	18
<i>Ekbolm, P. &amp; Varo, P.</i> Seleenin saanti . . . . .	22
<i>Alfthan, G. &amp; Aro, A.</i> Ihmisten veren seleenipitoisuus . . . . .	23
<i>Eurola, M.</i> Analyysien luotettavuus . . . . .	24
Johtopäätökset . . . . .	25
Liitteet	
Liite 1. Aiemmin julkaisematon seleenityöryhmän raportti vuodelta 1983	
Liite 2. Luettelo maa- ja metsätalousministeriön julkaisemista seleenityöryhmän muistioista	
Liite 3. Säilörehun seleenipitoisuudet	
Liite 4. Rehuseosten seleenimääritykset	
Liite 5. Elintarvikkeiden seleenipitoisuudet	

# Johdanto

Merja Eurola

*Maatalouden tutkimuskeskus, Elintarvikkeiden tutkimus, Kemian laboratorio,  
31600 Jokioinen, merja.eurola@mtt.fi*

Ilmastollisten ja geokemiallisten tekijöiden vuoksi seleenin määrä Suomen viljelymaissa on pieni. Liukoisessa muodossa olevat kasveille käyttökelpoiset selenaatit ja seleniitit pelkistyvät helposti niukkaliukoiseen muotoon ja sitoutuvat maaperän rauta-alumiini- ja mangaanioksideihin. Jo 1960-luvulla todettiin kotieläimillä seleenipuutostauteja, joita pystyttiin hoitamaan seleenin ja E-vitamiinin avulla (Oksanen 1980). Kotieläinten ravitsemustilanteen parantamiseksi alettiin vuonna 1969 eläinten rehuihin lisätä seleeniä seleniittinä. Tämän jälkeen 1970-luvulla tehdyssä laajassa tutkimuksessa (Koivistoinen 1980) todettiin kotimaisten elintarvikkeiden seleenipitoisuuksien olevan erittäin pieniä ja väestön seleeninsaanti oli myös selvästi alle kaikkien saantisuositusten. Tämä herätti keskustelua ja huolta niukan seleeninsaannin aiheuttamista kansanterveydellisistä vaikutuksista.

Vuonna 1983 maa- ja metsätalousministeriö asetti seleenityöryhmän, joka esitti 6.10.1983 toimenpidesuosituksen seleenin lisäämisestä yleislannoitteisiin natriumseleenaattina siten, että viljan seleenitaso nousee noin 0,1 mg/kg (liite 1). Työryhmän tehtävänä oli laatia ehdotus lannoitteisiin lisättävistä seleenimääristä ja suunnitella seleenilisäyksen vaikutusten seuranta maaperässä, kasveissa, rehuissa, elintarvikkeissa sekä ihmisten ja eläinten seleeninsaannissa. Seleenityöryhmän ehdotusten pohjalta moniravinteisiin lannoitteisiin alettiin lisätä seleeniä 1.7.1984. Lisätyt seleenimäärät olivat 16 mg/kg viljan lannoitteisiin ja 6

mg/kg nurmen lannoitteisiin. Seleenilannoituksen vaikutus näkyi heti vuonna 1985 ensimmäisenä maidossa ja maitotuotteissa ja hiukan myöhemmin muissa elintarvikkeissa. Seleeninsaanti nousi 1980-luvun lopulla noin 0,12 mg:aan/vrk.

Seleeniseuranta järjestettiin siten, että maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalaan kuuluvat laitokset osallistuiivat seurantaan omalla budjettirahoituksellaan (Maatalouden tutkimuskeskus, MTT, Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos, EELA, Kasvintuotannon tarkastuskeskus, KTTK ja Kansanterveyslaitos, KTL). Helsingin yliopiston elintarvikekemian ja teknologian laitos sai maa- ja metsätalousministeriöstä rahoitusta seleeniseurantaa varten. Helsingin yliopisto koordinoi seleeniseurantatutkimusta eri osapuolten kesken. Seleenityöryhmän tehtävänä oli myös koota tietoa ja arvioida seleenilannoituksen vaikutuksia ja tarvittaessa tehdä niiden pohjalta ehdotuksia lannoitteiden seleenitasojen tarkistamiseksi sekä väestön ja kotieläinten seleeninsaannin turvaamiseksi. Työryhmä on raportoinut seurantatietoa vuoteen 1993 asti MMM:n julkaisemissa työryhmämuistioissa (liite 2). Liitteenä 1 on julkaisematta jäänyt työryhmäraportti vuodelta 1983.

Kesäkuussa 1990 maa- ja metsätalousministeriö päätti seleenityöryhmän esityksestä pienentää seleenin pitoisuustasoa kaikissa kiinteissä moniravinteisissa lannoitteissa 6 mg:aan/kg. Seleenin lisäys muihin lannoitteisiin kiellettiin. Syynä olivat viljojen seleenipitoisuuksien (tavoite 0,1 mg/kg kevätiljoissa) ja seleenin saannin kohoami-

nen ennakoitua korkeammaksi sekä epävarmuus seleenilannoituksen ympäristövaikutuksista. Seleenipitoisuuksien välisten erojen haluttiin tasoittuvan erityisesti kevätiljoilla. Muutoksen seurauksena rehujen, rehuviljojen ja kotimaisten elintarvikkeiden seleenipitoisuudet ovat laskeneet selvästi. Seleenin saantitaso oli vuosina 1992 ja 1993 keskimäärin 0,085 mg/vrk, mikä on taannut ravitsemuksellisesti hyvän seleeninsaannin käytännössä kaikentyyppisestä ruokavaliosta (MMM työryhmämuistio 1994:2).

1.4.1998 tuli voimaan maa- ja metsätalousministeriön päätös nostaa moniravinteisten epäorgaanisten seoslannoitteiden seleenipitoisuutta 10 mg:aan/lannoitekilo. Päätös ei koske ETY-lannoitteita (MMMp 56/1998) Muutoksen taustalla oli väestön seleenin saannin pieneneminen sekä rehuviljan seleenipitoisuuksien pieneneminen, jolloin rehuihin on jouduttu lisäämään seleeniä kotieläinten seleeninsaannin turvaamiseksi. Syynä seleenitasojen pienenemiseen ovat vuonna 1990 tehty lannoitteiden seleenipitoisuuksien pienentäminen sekä levitettävien lannoitemäärien pieneneminen. Ympäristöehdot ja fosforin käyttörajoitukset ovat selvästi vähentäneet moniravinteisten lannoitteiden käyttöä, jolloin peltohehtaareille tuleva seleenimäärä on jatkuvasti pienentynyt.

Kesäkuussa 1998 maa- ja metsätalousministeriö päätti antaa seleeniseurannan Maatalouden tutkimuskeskuksen tehtä-

väksi. tutkimuskeskuksen tulee jatkaa seleeniseurantaa aikaisemman ohjelman mukaisesti ja koordinoida tutkimusta eri osapuolten kesken siten, että tulosten vertailukelpoisuus säilyy. Seleeniseurantatutkimus käynnistettiin uudelleen MTT:n toimesta syksyllä 1998. Tässä raportissa, joka on ensimmäinen MTT:n julkaisema seleeniseurantaraportti, esitetään vuoden 1997–1999 seurantatuloksia.

Seleenityöryhmässä ovat toimineet:

Georg Alfthan, Kansanterveyslaitos  
Antti Aro, Kansanterveyslaitos  
Päivi Ekholm, Helsingin yliopisto  
Merja Eurola, Maatalouden tutkimuskeskus  
Veli Hietaniemi, Maatalouden tutkimuskeskus  
Timo Hirvi, Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos  
Elsa Luukkonen, Kasvintuotannon tarkastuskeskus  
Simo Kivisaari, Kemira Agro Oy  
Riitta Rankanen, Kasvintuotannon tarkastuskeskus  
Maritta Seppänen, Maa- ja metsätalousministeriö  
Mirja Suurnäkki, Maa- ja metsätalousministeriö  
Pertti Varo, Helsingin yliopisto  
Eija-Riitta Venäläinen, Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos



# Maan seleenipitoisuus

Merja Eurola

*Maatalouden tutkimuskeskus, Elintarvikkeiden tutkimus, Kemian laboratorio,  
31600 Jokioinen, merja.eurola@mtt.fi*

Lannoitteiden sisältämästä seleenistä vain osa siirtyy kasviin ja loppu sitoutuu maahan. Suomen olosuhteissa seleeni pelkistyy ja sitoutuu tiukasti maaperään, eikä ole enää kasvien käytettävissä toisena satokautena. Lannoituksen myötä seleeniä kumuloituu viljelymaihin, mutta lannoitteiden kautta maahan tuleva seleenilisä on kuitenkin varsin pieni ja kumuloitumista on käytännössä vaikea osoittaa.

Viljavuuspalvelu Oy on analysoinut viljelijöiden lähettämistä maanäytteistä kuumaan veteen uuttuvan seleenin määrän. Tilattujen seleenimääritysten lukumäärä on ollut hyvin pieni, joten maan seleenipitoisuuksien muutoksista ei voida tehdä selviä johtopäätöksiä. Vuonna 1990 seleenityö-

ryhmä tilasi Viljavuuspalvelu Oy:stä seleenimäärittelyn 450 maanäytteestä. Tällöin maista uuttui seleeniä keskimäärin 0,006 mg/l maata (Työryhmämuistio MMM 1994:2). Vuonna 1996 uuttuneen seleenin määrä oli keskimäärin 0,009 mg/l maata (n = 11) ja vuonna 1997 0,015 mg/l maata (n = 12). Eniten seleeniä uuttui multamaista. Verrattuna vuoden 1990 tuloksiin uuttuneen seleenin määrä oli vuosina 1996 ja 1997 keskimäärin suurempi. Kuitenkin aineiston pienuudesta johtuen ei voida päätellä seleenilannoituksen nostaneen kuumaan veteen uuttuneen seleenin pitoisuuksia viljelymaissa.

Tulosaineisto: Viljavuuspalvelu Oy.

# Veden seleenipitoisuus

Georg Alfthan & Antti Aro

*Kansanterveyslaitos, Ravitsemusosasto, Mannerheimintie 166, 00300 Helsinki,  
georg.alfthan@ktl.fi, antti.aro@ktl.fi*

Vesien seleenitilaa selvitettiin ensimmäisen kerran Suomessa vuosina 1990–1992. Lannoitusta edeltävältä ajalta ei ole vesien seleenipitoisuuksia mitattu. Selvityksen tulosten perusteella näytti siltä, että seleenilannoituksen vaikutukset voitaisiin parhaiten havaita jokivesissä ja järvisedimenteissä. Vesien seleenitilan jatkoselvitys tehtiin vuosina 1997 ja 1999 Kansanterveyslaitoksen ja Suomen ympäristökeskuksen yhteistyönä. Tavoitteena oli kerätä näytteet samoista puroista ja järvistä, joista on aikaisempia tuloksia vuosilta 1990–1992.

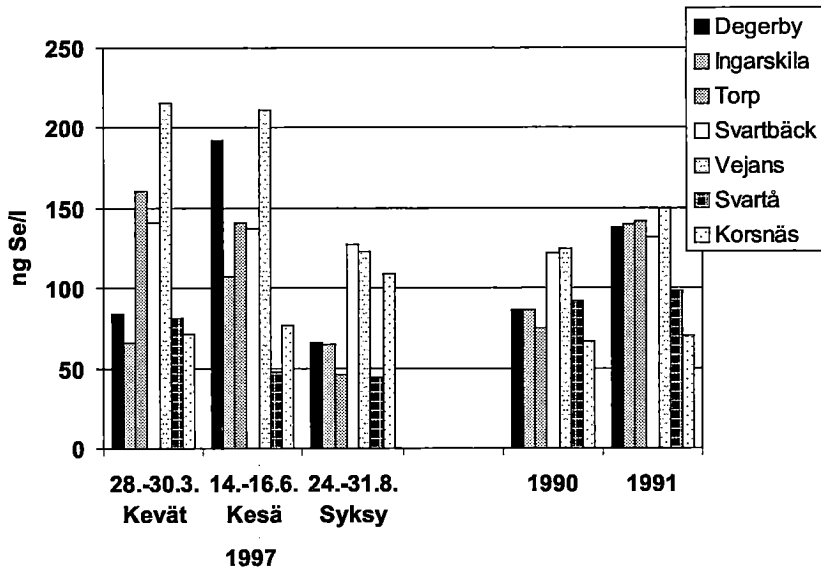
Puro- ja jokivesinäytteitä kerättiin vuonna 1997 keväällä ja alku- ja loppukesästä 14 pisteestä etelärannikolta. Vuonna 1999 kerättiin 7 järvestä vesinäyte ja 30 cm sedimenttiprofiili. Seleeni määritykset tehtiin samaa fluorimetristä menetelmää käyttäen kuin ensimmäisessä selvityksessä. Tulosten vertailukelpoisuus varmistettiin käyttämällä samoja referenssinäytteitä kuin edellisessä selvityksessä.

Puro- ja jokivesien keskimääräiset seleenipitoisuudet vaihtelivat vuonna 1997 välillä 92–119 ng/l (Taulukko 1). Vesien seleenipitoisuuksien vaihtelu oli suurinta kesäkuussa ja pienintä elokuussa. Suurin havaittu vaihtelu oli Torpissa, 3,5-kertainen (Kuva 1). Keskimääräinen vesien seleenipitoisuuksien ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä kolmen näytteenottokerran välillä. Kuvassa 1 on esitetty seitsemän puroveden seleenipitoisuuden vertailu vuodenajan ja verrattuna aikaisempiin vuosiin. Syksyn 1997 keskiarvo, 84 ng/l, oli pienempi kuin vuoden 1991 keskiarvo, 123 ng/l.

Taulukossa 2 on esitetty seitsemän järven vesien ja sedimenttien seleenipitoisuudet alenevan rehevöitymisasteen mukaan. Järvivesien keskimääräinen seleenipitoisuus oli vuonna 1999  $96 \pm 41$  ng/l. Keskiarvo ei poikennut vuonna 1992 kerättyjen näytteiden keskiarvosta, joka oli  $82 \pm 37$  ng/l.

**Taulukko 1.** Puro- ja jokiveden keskimääräiset seleenipitoisuudet (ng/l) vuosina 1990, 1991 ja 1997. Vuosien 1990 ja 1991 arvot edustavat kolmen näytteenottokerran keskiarvoja (KTL).

	Kevät 28-30.3	1997 Kesä 14-16.6	Kesä 24-31.8	1990	1991
N	10	14	14	11	10
ka.	113	119	92	104	123
SD	51	45	31	24	24
min.	66	48	44	67	70
max.	216	211	127	143	150



Kuva 1. Puroveden seleenipitoisuuksien vaihtelu vuodenajan ja vuoden mukaan (KTL).

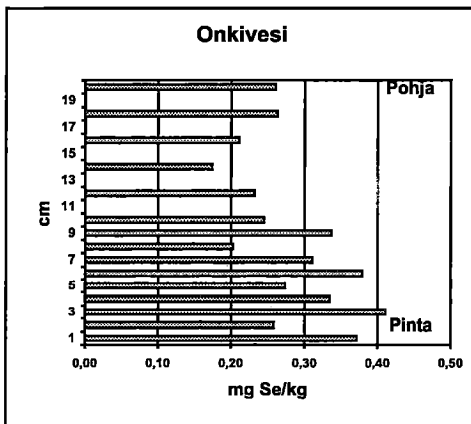
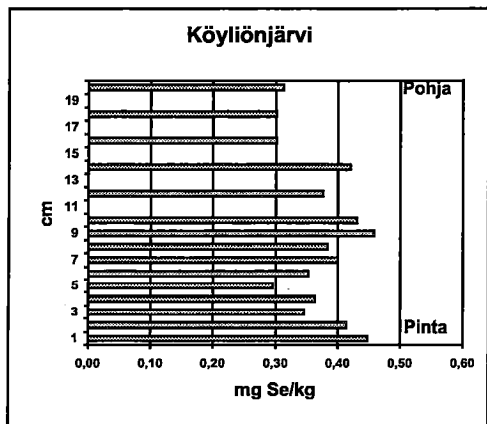
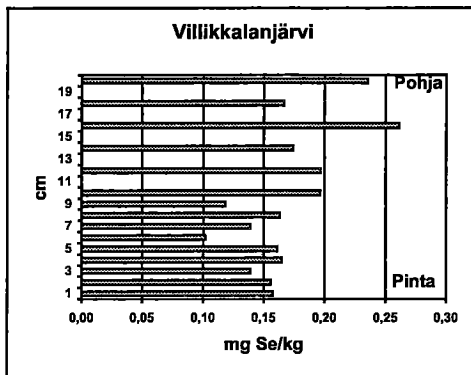
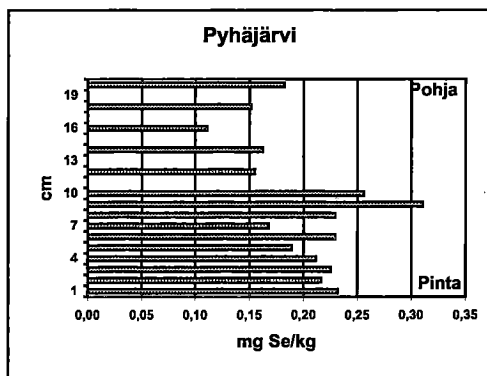
Taulukko 2. Järviveden ja sedimenttien seleenipitoisuus 1999 (KTL).

Järvi	R-aste	Vesi 1999 ng/l	Vesi 1992 ng/l	Sedimentti Pohja 1999 mg/kg	Sedimentti Pinta 1999 mg/kg	Sedimentti Pinta 1992 mg/kg
Pyhäjärvi	+	115	81	0,18	0,23	0,23
Villikkalanjärvi	+	162	113	0,23	0,16	0,27
Köyliönjärvi	+	116	59	0,31	0,45	0,35
Onkivesi	+	91	58	0,26	0,37	0,26
Pääjärvi	±	99	143	0,71	0,49	1,05
Iso-Hietajärvi	-	40	34	1,16	2,06	2,03
Pesosjärvi	-	52	89	2,95	2,82	3,64
Keskiarvo		96	82	0,82	0,94	1,12

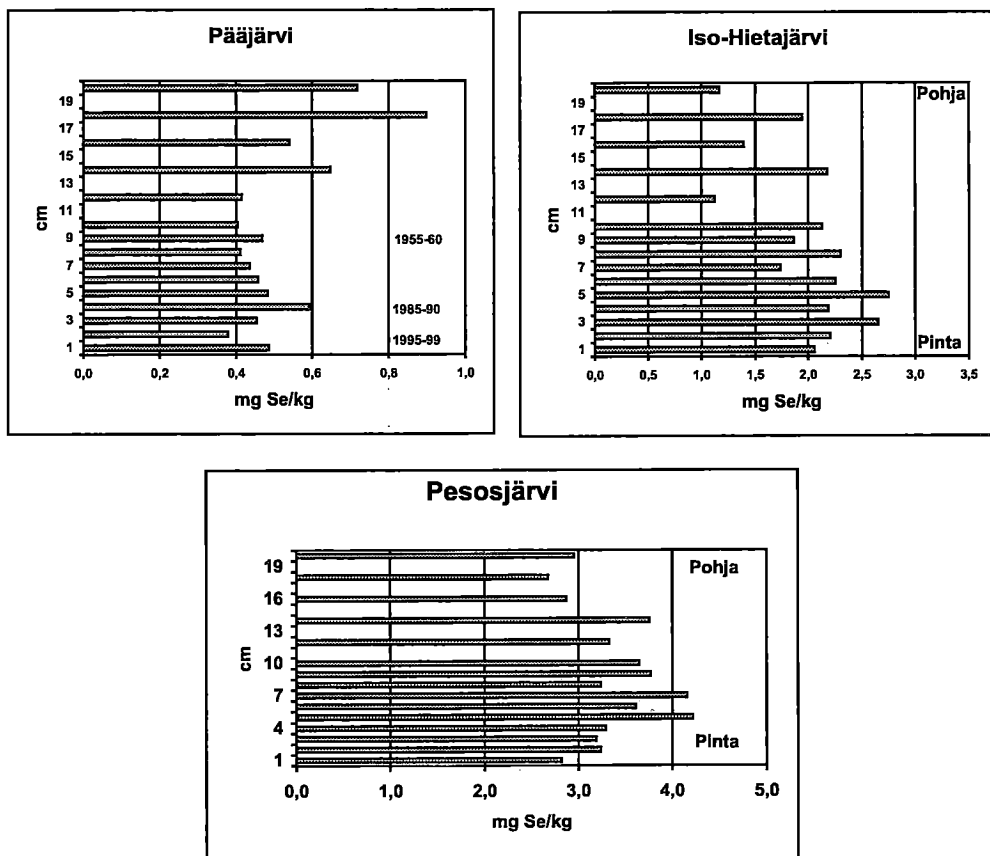
R-aste=rehevöitymisaste, Pohjasedimentti 1999 on yli 20 cm:n sedimenttien keskiarvo ja edustaa 1800-lukua.

Keskimääräinen seleenipitoisuus vuonna 1999 kerätyissä järvisedimenteissä oli korkeampi kuin pohjasedimenteissä, jotka edustavat esiteollista aikaa (1800-luku). Vuoden 1999 pintasedimenttien keskimääräinen seleenipitoisuus oli samaa tasoa kuin vuonna 1987–1992 kerätyissä pintasedimenteissä. Järvisedimenttiprofiilien seleenipitoisuudet on esitetty kuvissa 2a ja 2b.

Ensimmäinen cm kuvaa ylintä pintasedimenttiä ja 20:s kuvaa 20–30 cm:n keskiarvoa. Jatko seurannan tulokset osoittavat, että vesien ja sedimenttien seleenitasot vuosilta 1997–1999 eivät poikkea oleellisesti vuosien 1990–1992 tasoista.



**Kuva 2a.** Seitsemän järven vesien ja sedimenttien seleenipitoisuudet. Ensimmäinen osa kuvaa ylintä pintasedimenttiä (1999) ja 20:s cm 20–30 cm keskiarvoa (1800-luku) (KTL).



**Kuva 2b.** Seitsemän järven vesien ja sedimenttien seleenipitoisuudet. Ensimmäinen osa kuvaa ylintä pintasedimenttiä (1999) ja 20:s cm 20–30 cm keskiarvoa (1800-luku) (KTL).

# Lannoitteiden seleenipitoisuudet ja niiden valvonta

Elsa Luukkonen<sup>1)</sup> & Simo Kivisaari<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Kasvintuotannon tarkastuskeskus, Maatalouskemian osasto, PL 83, 01301 Vantaa, [elsa.luukkonen@kttk.fi](mailto:elsa.luukkonen@kttk.fi)

<sup>2)</sup> Kemira Agro Oy, PL 330, 00101 Helsinki, [simo.kivisaari@kemira.com](mailto:simo.kivisaari@kemira.com)

## Historiaa

Seleeniä lisättiin aluksi 21.3.1984 tehdyn päätöksen mukaisesti moniravinteisiin lannoitteisiin 16 mg/kg lannoitetta, mikäli lannoitteen pääasiallisena käyttökohteena olivat viljat ja 6 mg/kg lannoitetta, mikäli pääasiallisena käyttökohteena olivat nurmet.

Lannoitteisiin lisättävän seleenin määrää tarkistettiin vuonna 1991, jolloin se laskettiin kaikissa lannoitteissa 6 mg/kg lannoitetta. Tähän alentamiseen oli eri syitä. Seleenisurannassa oli ilmennyt tapauksia, joissa satotuotteiden seleenitaso oli noussut tavoitetasoa korkeammaksi. Liian korkeiden seleenipitoisuusmäärien esiintymisen välttämiseksi alentaminen katsottiin silloin aiheelliseksi. Satotuotteiden satunnainen seleenitason kohoaminen puolestaan oli seurausta lannoitteiden käytössä tapahtuneista paikallisista muutoksista. Tämän lisäksi yhä enemmän alettiin kantaa myös huolta seleenilannoituksen mahdollisista ympäristövaikutuksista huolimatta siitä, että seurantaryhmä ei ollut analyseissaan havainnut merkkejä ympäristön seleenipitoisuuksien nousemisesta.

Seuraavan kerran seleenin määrää jouduttiin tarkentamaan vuonna 1998, jolloin sitä tällä kertaa oli aiheellista nostaa. Oli ni-

mittäin tultu tilanteeseen, että seleenin saanti ihmisillä, mutta erityisesti myös kotieläimillä oli liian alhainen. Niinpä monet eläinlääkärit eri puolilta Suomea raportoivat seleenin puutteesta aiheutuvista kotieläinten sairauksista. Tehtyjen laskelmien perusteella Maa- ja metsätalousministeriö määrätti 20. 3. 1998 ”pelto- ja puutarhakasvien tuotantoon käytettävien moniravinteisten lannoitteiden seleenipitoisuuden 10 mg/kg”, jolla tasolla se myös tällä hetkellä on. Tällä kertaa alentuneen seleenitason syynä olivat jälleen muutokset, joita vuosikymmenen aikana lannoituskäytännössä oli tapahtunut. Ympäristöehdot olivat asettaneet rajat erityisesti typen ja fosforin käyttömäärille. Kun samanaikaisesti lannoitevalikoimaa muutettiin aikaisempaa typpipitoisemmaksi, oli selvää, että lannoitteiden käyttömäärät ja samalla seleenin levitysmäärät hehtaaria kohti alenivat. Tämä puolestaan johti satotuotteiden seleenitason alenemiseen.

## Valvonta

Lannoitteiden seleenipitoisuuksia ei ole analysoitu erityisesti seleenisurantaa varten, vaan aineisto on muodostunut lannoittelain (292/93) edellyttämän normaalin tar-

kastustoiminnan tuloksena Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen maatalouskemian osaston laboratoriossa. Kasvintuotannon tarkastuskeskus (KTTK) valvoo viranomaisena seleenipitoisuuksia lannoitteissa ja rehuissa.

1.4.1998 alkaen pelto- ja puutarhakäyttöön valmistettaviin kiinteisiin, moniravinteisiin epäorgaanisiin seoslannoitteisiin on saanut lisätä seleeniä selenaatina 10 mg lannoitekiloa kohti (MMMp 56/98). Aikaisemman päätöksen mukaan oli sallittua lisätä 6mg Se/lannoite-kg. Muihin kuin kiin-

teisiin lannoitteisiin ei edellä mainitun päätöksen nojalla ole enää saanut seleenilisäystä tehdä.

Lannoitteiden seleenianalyysien tulokset vuodelta 1999 ovat seuraavat: näytteiden määrä 14, keskimääräinen seleenipitoisuus 10,0 mg/kg, standardipoikkeama 1,6 mg/kg sekä vaihteluväli 8–14 mg/kg. Seleenin lisäys on ollut varsin hyvin lannoitevalmistajien hallinnassa. Analysoitujen näytteiden määrä on alentunut aikaisemmista vuosista valvontatarpeen ja lannoite-tuotannon vähentymisen myötä.

# Säilörehun seleenipitoisuus

Merja Eurola<sup>1)</sup> & Simo Kivisaari<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Maatalouden tutkimuskeskus, Elintarvikkeiden tutkimus, Kemian laboratorio, 31600 Jokioinen, merja.eurola@mtt.fi

<sup>2)</sup>Kemira Agro Oy, PL 330, 00101 Helsinki, simo.kivisaari@kemira.com

Säilörehujen seleenipitoisuuksia on analysoitu Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen (KTTK) maatalouskemian laboratoriossa, Kemira Agro Oy:ssa (maatilakokeet) sekä Viljavuuspalvelu Oy:ssä. Tuloksia on esitetty liitteessä 3, taulukoissa 1–3.

KTTK:n tutkimuksissa säilörehun keskimääräinen seleenipitoisuus oli  $0,20 \pm 0,16$  mg/kg ka (vaihteluväli 0,00–0,56). Tutkimuksessa oli mukana myös luonnonmukaisesti tuotettuja rehuja, joiden seleenipitoisuudet olivat selvästi pienempiä kuin tavanomaisessa tuotannossa.

Kemira Agro Oy:n maatilakokeissa säilörehun seleenipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,13–0,56 mg/kg ka keskiarvon ollessa kevätsadossa 0,41 mg/kg ka ja kesäsadossa 0,17 mg/kg ka. Yhdessä Valion kanssa 35 tilalta kerätyssä aineistossa keskimääräinen seleenipitoisuus oli 0,28 mg/kg ka. Yleensä kevätsatojen seleenipitoisuudet olivat kesäsatujen pitoisuuksia korkeammat. KTTK:n

analyseissa kevätsadon seleenipitoisuus oli 0,33 mg/kg ka.

Viljavuuspalvelu Oy:n lähetettyjen eritoilta tulleiden rehunäytteiden keskimääräinen seleenipitoisuus on ollut 0,14 mg/kg ka. Luvun pienuus edellä oleviin lukuihin verrattuna johtuu luomutiloilta kerättyjen rehunäytteiden mukanaolosta. Niiden seleenipitoisuus oli poikkeuksetta erittäin alhainen: yhdeksän luomutiloilta kerätyn rehunäytteen seleenipitoisuus vaihteli välillä 0,013–0,049 mg/kg ka ollen keskimäärin 0,026 mg/kg ka. Tämän lisäksi osa Viljavuuspalvelu Oy:ssä analysoiduista näytteistä on todennäköisesti tuotettu vanhalla lannoitteella, jonka seleenipitoisuus on ollut nykyistä alempi. Lannoitteiden seleenipitoisuuden muutos tapahtui nimittäin lannoitusvuoden vaihteessa kesällä 1998 eikä kalenterivuoden vaihteessa. Missään selvityksessä säilörehun seleenipitoisuudet eivät nousseet yli 0,6 mg/kg ka.



# Rehuviljan seleenipitoisuus

Merja Eurola

*Maatalouden tutkimuskeskus, Elintarvikkeiden tutkimus, Kemian laboratorio,  
31600 Jokioinen, merja.eurola@mtt.fi*

Rehuviljojen seleeniseurantaan on käytetty Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen vilja-laboratorioon viljojen laatu tutkimusta varten kerättyjä tilanäytteitä. Vuosilta 1998 ja 1999 rehuohra ja -kauranäytteitä on hankittu vajaa 100 näytettä kumpaakin viljalajia. Vuoden 1998 kauranäytteistä 4 kpl ja ohranäytteistä 6 kpl oli luomuviljeltyjä.

Vuoden 1999 näytteiden analysointi on vielä kesken ja tältä osin tulokset esitetään vasta seuraavassa seleeniryhmän raportissa. Vuonna 1998 kauran keskimääräinen seleenipitoisuus oli  $0,05 \pm 0,03$  ja ohran  $0,04 \pm 0,03$  mg/kg ka (Taulukko 3). Pitoisuudet ovat pienentyneet noin puoleen vuoden 1992 tasosta.

**Taulukko 3.** Rehukauran ja -ohran seleenipitoisuudet vuonna 1998.

Lajike		Seleenipitoisuus	
Kaura	n	Keskiarvo $\pm$ SD mg/kg ka	Vaihteluväli mg/kg ka
Aarre	9	0,034 $\pm$ 0,027	<0,010 - 0,089
Freja	4	0,023 $\pm$ 0,016	<0,010 - 0,041
Leila	12	0,047 $\pm$ 0,020	<0,010 - 0,078
Puhti	3	0,061 $\pm$ 0,010	0,050 - 0,080
Roope	5	0,035 $\pm$ 0,019	0,012 - 0,058
Salo	10	0,063 $\pm$ 0,031	<0,010 - 0,10
Veli	17	0,051 $\pm$ 0,026	<0,010 - 0,12
Virma	7	0,050 $\pm$ 0,028	<0,010 - 0,086
Muut	8	0,045 $\pm$ 0,037	<0,010 - 0,11
Yhteensä	75	0,047 $\pm$ 0,027	<0,010 - 0,11
Ohra			
Artturi	13	0,030 $\pm$ 0,030	<0,010 - 0,090
Arra	3	0,035 $\pm$ 0,043	<0,010 - 0,065
Arve	17	0,033 $\pm$ 0,029	<0,010 - 0,081
Botnia	3	0,047 $\pm$ 0,041	<0,010 - 0,087
Filippa	5	0,042 $\pm$ 0,037	<0,010 - 0,092
Kinnan	5	0,052 $\pm$ 0,022	0,027 - 0,079
Loviisa	6	0,037 $\pm$ 0,030	<0,010 - 0,070
Mette	10	0,057 $\pm$ 0,030	<0,010 - 0,095
Pohto	11	0,034 $\pm$ 0,030	<0,010 - 0,089
Thule	3	0,031 $\pm$ 0,013	0,020 - 0,046
Tyra	4	0,050 $\pm$ 0,031	<0,010 - 0,075
Muut	9	0,047 $\pm$ 0,029	0,024 - 0,088
Yhteensä	89	0,040 $\pm$ 0,29	<0,010 - 0,095

# Rehuvalmisteiden seleenipitoisuus

Kaija Varimo & Riitta Rankanen

*Kasvintuotannon tarkastuskeskus, Maatalouskemian osasto, PL 83, 01301 Vantaa,  
kaija.varimo@mmm.fi, riitta.rankanen@kttk.fi*

Viljasta ja muista rehuraaka-aineista tulevan orgaanisen seleenin lisäksi rehuvalmisteita saa täydentää epäorgaanisella seleenillä (Na-seleniitti, Na-selenaatti). Rehuvalmisteet saavat sisältää seleeniä enintään 0,5 mg/kg täysrehun pitoisuudeksi laskettuna. Kivennäisrehujen seleenin enimmäispitoisuus muutettiin 10 mg:sta 20 mg:ksi kivennäisrehukiloa kohti (MMM päätös 125/1998, 15.7.1998). Rehuvalmisteiden seleenipitoisuus saa alittaa tuoteselosteessa ilmoitetun pitoisuuden enintään 30 % ja ylittää enintään 50 % edellyttäen, että se ei kuitenkaan ylitä lainsäädännössä seleenille säädettyä enimmäispitoisuutta (MMM päätös rehuvalmisteiden valvonnan järjestämisestä 138/1998).

KTTK on seurannut rehuvalmisteiden seleenitasoja nurmisäilörehuista sekä teollisista rehuvalmisteista (Liite 4, taulukot 1 ja

2). Vuosien 1998–99 rehujen valvontatuloksista käy ilmi tutkittujen näytteiden määrät (52 kpl), analyysitulokset, vastaavat tuoteselosteiden pitoisuudet sekä tarkastuksen perusteella KTTK:n valmistajille antamat huomautukset, joista suurin osa (10 kpl 17 huomautuksesta) koskee täysrehuja. Tulos kuvaa hyvin sitä, miten vaikea valmistajan on arvioida rehuraaka-aineista tulevan orgaanisen seleenin määrää. KTTK analysoi luonnollisesti rehun sisältämän seleenin kokonaispitoisuuden. Yleensä rehuseoksiin lisätään myös epäorgaanista seleeniä, joka on paremmin eläimen hyväksikäytettävissä kuin rehuraaka-aineista tuleva orgaaninen muoto, mutta ei varastoidu kudoksiin. Vaikka rehupitoisuudet ylittyvät ajoittain, yliannostuksen vaaraa ei kuitenkaan ole, koska suuri osa epäorgaanisesta seleenistä kulkeutuu eläimestä ulos.

# Elintarvikkeiden seleenipitoisuus

Merja Eurola<sup>1)</sup>, Timo Hirvi<sup>2)</sup> & Eija-Riitta Venäläinen<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> *Maatalouden tutkimuskeskus, Elintarvikkeiden tutkimus, Kemian laboratorio, 31600 Jokioinen, merja.eurola@mtt.fi*

<sup>2)</sup> *Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos, PL 368, 00231 Helsinki, timo.hirvi@eela.fi, eija-riitta.venalainen@eela.fi*

Maa- ja metsätalousministeriö päätöksen yhteydessä myös elintarvikkeiden seleeniseuranta siirtyi Helsingin yliopiston soveltavan kemian ja mikrobiologian laitoksesta Maatalouden tutkimuskeskuksen budjettirahoitteiseksi tehtäväksi. MTT:ssa elintarvikkeiden seleeniseurantaa on jatkettu muutetun ohjelman mukaisesti. Seleeni-työryhmän päätöksellä lihojen ja maksojen seleeniseuranta tehdään kokonaisuudessaan Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitoksessa (EELA), muut elintarvikenäytteet tehdään MTT:n kemian laboratoriossa. Elintarvikkeiden seleeniseurannan tulosaineisto ei ole yhtenäinen, sillä seurantaa ei rahoituksen puutteen vuoksi tehty vuosina 1997–1998 ennen seurannan siirtymistä MTT:n vastuulle.

MTT:n Kemian laboratoriossa tutkittavat elintarvikkeet hankitaan joka kolmas kuukausi eri tukkuliikkeitä edustavista vähittäismyymälöistä (8 näytepistettä) ja myllyistä (5 näytepistettä). Näytteet hankitaan Forssasta ja lisäksi vuorovuosin Helsingistä, Tampereelta ja Turusta. Säännöllisessä seurannassa mukana olevien elintarvikkeiden

lukumäärä on 9. Lisäksi kerran vuodessa tutkittavia elintarvikkeita on 3. Naudan ja sian lihan sekä broilerin ja poron lihan seleeniseuranta tehdään EELA:ssa. EELA:n näytteiden otosta vastaavat teurastamojen tarkastuseläinlääkärit. Näytteet on otettu teurastamojen normaalilinjasta terveistä eläimistä satunnaisesti. Myllyiltä saatavien leipäviljanäytteiden määrä on pienentynyt koko 1990-luvun ajan. Näytemäärän kasvattamiseksi kotimaisia leipäviljanäytteitä yritetään hankkia jatkossa myös muualta.

Kevätvehnän keskimääräinen seleenipitoisuus on pienentynyt vuodesta 1993 vuoteen 1998 noin 30 %. Vuonna 1999 kevätvehnän seleenipitoisuus on kuitenkin noussut noin 40 %, 0,134 mg:aan/kg ka. Syysvehnän ja rukiin keskimääräiset seleenipitoisuudet ovat nyt selvästi suurempia kuin 1990-luvun alussa (Taulukko 4). Vuodesta 1996 lähtien Kemira on lisännyt myös tyyppilannoitteisiin seleeniä, mikä heijastuu erityisesti syysviljojen seleenipitoisuuksiin. Yleensä syysviljoille annetaan pelkkä tyyppilannoitus keväällä kasvukauden alussa.

**Taulukko 4.** Kotimaisen leipäviljan seleenipitoisuus vuosina 1998 ja 1999 (MTT).

Viljalaji	1998		1999	
	n	Seleenipitoisuus mg/kg ka	n	Seleenipitoisuus mg/kg ka
Kevätvehnä	3	0,076 ± 0,011	4	0,130 ± 0,031
Syysvehnä	3	0,052 ± 0,010	2	0,097 ± 0,025
Ruis	2	0,066 ± 0,000	1	0,120

Näytteet edustavat 41-600 tonnia viljaa.

Jauhojen ja leipien seleenipitoisuudet ovat pienentyneet jatkuvasti alkuvuodesta 1991 lähtien (Liite, kuvat 1–4). Seleeni- pitoisuudet ovat selvästi pienempiä kuin mitä kotimaisen leipäviljan seleenipitoisuudet edellyttäisivät. Seleeni- pitoisuuksiin vaikutta- ta selvästi kotimaisen viljan osuus jauha- tuksessa. Satovuosi 1998 oli hyvin kostea ja vuosi 1999 hyvin kuiva, jolloin viljasadot jäivät paikoittain pieniksi ja huonolaatui- siksi. Myllyt ovat joutuneet käyttämään jauhatuksessa paljon ulkomaista, lähinnä EU-alueelta tuotua viljaa, jonka seleeni- pitoisuus on pienempi kuin kotimaisella vil- jalla. Esim. vuonna 1999 ulkomaisen rukiin osuus jauhatuksessa vaihteli 80–100 %:iin ja ulkomaisen vehnän osuus 30–78%:iin. Seleeni- pitoisuudet ovat selvästi pienempiä näytteissä, joissa ulkomaisen viljan osuus on suuri. Leipien seleeni- pitoisuudet noudatta- vat jauhojen seleeni- pitoisuuksia. Vuonna 1999 ruisleivän seleeni- pitoisuudet olivat hieman suurempia kuin jauhojen.

Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitoksen

tutkimusten mukaan naudan maksan kes- kimääräiset seleeni- pitoisuudet ovat laske- neet vuodesta 1990 noin 25 % ja lihaksen noin 50 % (Taulukko 5). Tulokset on esitet- ty kuiva-ainetta kohden liitteessä 5, kuvissa 8 ja 9. Samanlainen trendi on havaittavissa myös sian lihaksen ja maksan seleeni- pitoi- suuksissa. Pienimmillään pitoisuudet olivat vuosina 1996–1997 ja ovat sen jälkeen hie- man nousseet.

Luomutuotettujen nautojen maksan ja lihaksen seleeni- pitoisuudet ovat olleet erit- täin pieniä (Taulukko 6). Luomutuotannos- sa nautojen seleenin saanti ei ole riittävää ja vaarana on seleeni- puutoksesta aiheutuvat ongelmat. Sen sijaan luomutuotettujen si- kojen seleeni- pitoisuudet ovat samaa suu- ruusluokkaa kuin tavanomaisesti tuotetuilla sioilla, koska luomutuotannossa sioille annettavat kivennäis- osat sisältävät seleeniä.

EELA:n tutkimusten mukaan broilerin lihaksen keskimääräinen seleeni- pitoisuus oli vuonna 1998 0,18 mg/kg tp ja vuonna

**Taulukko 5.** Sian ja naudan lihaksen ja maksan seleeni- pitoisuudet vuosina 1974–1999 (EELA).

Vuosi	Sika		Vuosi	Nauta	
	Lihäs mg/kg tp	Maksa mg/kg tp		Lihäs mg/kg tp	Maksa mg/kg tp
1974	0,11	0,45	1974		0,10
1981	0,08	0,56	1981	0,04	0,16
1985	0,08	0,49	1985	0,07	0,28
1986	0,12	0,56	1986	0,10	0,34
1987	0,23	0,64	1987	0,16	0,42
1988	0,26	0,70	1988	0,16	0,45
1989	0,30	0,73	1989	0,21	0,51
1990	0,29	0,68	1990	0,19	0,46
1991	0,26	0,62	1991	0,16	0,40
1992	0,19	0,57	1992	0,16	0,37
1993	0,19	0,56	1993	0,14	0,35
1994	0,13	0,50	1994	0,09	0,32
1995	0,15	0,52	1995	0,10	0,28
1996	0,13	0,48	1996	0,09	0,26
1997	0,13	0,46	1997	0,09	0,27
1998	0,15	0,54	1998	0,10	0,31
1999	0,14	0,51	1999	0,08	0,33

n = noin 30/vuosi

**Taulukko 6.** Luomutuotetun sian ja naudan lihasen ja maksan seleenipitoisuuksia (EELA).

Vuosi	n	Lihäs mg/kg tp	Maksa mg/kg tp
Sika			
1998	10	0,14	0,49
1999	3	0,08	0,36
Nauta			
1998	5	0,05	0,08

1999 0,16 mg/kg tp. Broilerin maksan seleenipitoisuus oli vuonna 1999 0,55 mg/kg tp. Poron lihasen ja maksan seleenipitoisuudet olivat 0,15 ja 0,69 mg/kg tp vuonna 1999. Keskimääräisen kuiva-ainepitoisuuden mukaan laskettuna tulokset olisivat seuraavat: broilerin lihas 0,72 mg/kg ka (1998) ja 0,64 mg/kg ka (1999), broilerin maksa 2,12 mg/kg ka, poron lihas 0,65 mg/kg ka ja poron maksa 2,45 mg/kg ka.

Kulutusmaidon, kevytmaidon ja juuston keskimääräiset seleenipitoisuudet olivat vuonna 1999 0,20, 0,22 ja 0,36 mg/kg ka (Taulukko 7). Kulutusmaidon keskimääräinen seleenipitoisuus on noussut vuonna 1999 noin 30 % verrattuna 1990-luvun puolivälin seleenipitoisuuksiin (Liite 5, Kuva 5). Juuston keskimääräiset seleenipitoisuudet nousivat syksyllä 1999 yli kaksinkertaiseksi alkuvuoteen verrattuna ja ovat nyt suurempia kuin kertaakaan seleeniseurantatutkimuksen aikana (Liite 5, Kuva

6). Juustojen seleenipitoisuus on korkeampi kuin maidon seleenipitoisuus edellyttäisi. Selittävää tekijää juuston seleenipitoisuuden kasvulle on vaikea löytää. Myös poikkeuksellisen kuiva kesä 1999 saattoi vaikuttaa maan ravinnetalouteen ja sitä kautta rehujen seleenipitoisuuksiin.

Kananmunan keskimääräinen seleenipitoisuus oli joulukuussa 1998  $0,96 \pm 0,10$  mg/kg ka ja vuonna 1999 1,04 mg/kg ka. Pitoisuuksissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia 1990-luvun puolivälin tasoon nähden (Liite 5, Kuva 7).

Kotimaisen perunan seleenipitoisuus oli vuonna 1998 0,02 mg/kg ka ja vuonna 1999 0,03 mg/kg ka. Vastaavasti kotimaisen keräkaalin seleenipitoisuudet olivat 0,09 ja 0,09 mg/kg ka.

Silakkanäytteiden seleenipitoisuuksien keskiarvo oli vuonna 1999 0,93 mg/kg ka (vaihteluväli 0,68–1,54 mg/kg ka). Silakan seleenipitoisuudet vaihtelevat vuodenajoin siten, että kesällä pitoisuudet ovat korkeampia kuin talvella. Syynä on silakan rasvapitoisuuksien vaihtelu. Seleeniannoituksella ei ole ollut vaikutusta silakan seleenipitoisuuksiin. Kirjoloihen seleenipitoisuus oli vuonna 1998 0,58 mg/kg ka ja vuonna 1999 0,59 mg/kg ka. Kirjoloihen seleenipitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa kuin aikaisemmin.

Helsingin yliopiston soveltavan kemian ja mikrobiologian laitoksessa on tutkittu luonnonmukaisesti tuotettujen elintarvik-

**Taulukko 7.** Kulutusmaidon, kevytmaidon ja juuston seleenipitoisuudet 1998–1999 (MTT).

Näytteenotto- ajankohta	Kulutusmaito Seleeni- pitoisuus mg/kg ka	Kevytmaito Seleeni- pitoisuus mg/kg ka	Juusto Seleeni- pitoisuus mg/kg ka
Joulukuu 1998	0,14	0,17	0,23
Maaliskuu 1999	0,16	0,18	0,23
Toukokuu 1999	0,17		
Kesäkuu 1999	0,21	0,22	0,28
Heinäkuu 1999	0,21		
Elokuu 1999	0,18		
Syyskuu 1999	0,20	0,23	0,47
Joulukuu 1999	0,22	0,23	0,46

**Taulukko 8.** Joidenkin luonnonmukaisesti tuotettujen elintarvikkeiden seleenipitoisuuksia (HY, soveltavan kemian ja mikrobiologian laitos).

Elintarvike	n	Seleenipitoisuus mg/kg ka
Kevytmaito	2	0,070
Kananmuna	1	0,800
Sian liha	1	0,500
Naudan liha	2	0,130
Sekaleipä	12	0,010
Ruisleipä	1	<0,010
Vehnäjauho	2	<0,005
Ruisjauho	3	<0,005
Kaurahiutale	4	0,010
Ruishiutale	3	<0,005
4-viljan hiutale	3	0,010
Peruna	3	<0,005

keiden seleenipitoisuuksia (Taulukko 8). Luonnonmukaisesti tuotettujen viljatuotteiden, perunan, maidon ja naudan lihan seleenipitoisuudet ovat pieniä ja vastaavat

1970-luvun tilannetta ennen seleenilannoituksen aloittamista. Kananmunien ja sianlihan seleenipitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa kuin tavanomaisessa tuotannossa.

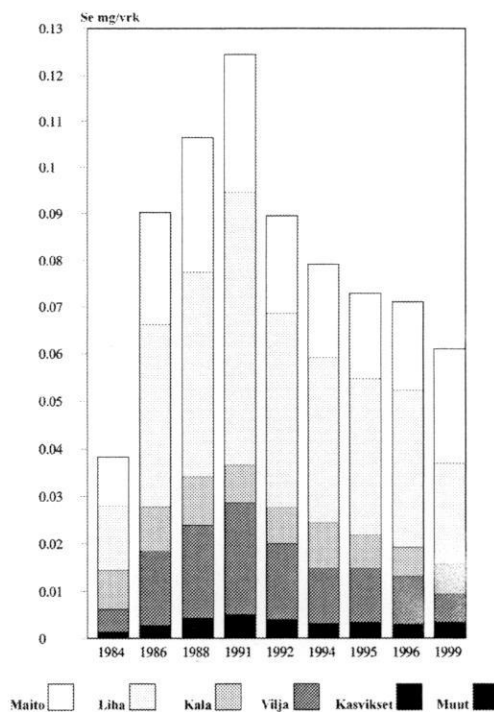
# Seleenin saanti

Päivi Ekholm & Pertti Varo

*Helsingin yliopisto, Soveltavan kemian ja -mikrobiologian laitos, PL 27,  
00014 Helsingin yliopisto, paivi.ekholm@helsinki.fi, pertti.varo@helsinki.fi*

Keskimääräinen päivittäinen seleeninsaanti oli vuonna 1991 noin 0,12 mg/vrk (energiataso 10 MJ). Lannoitteiden seleenimäärän lasku vaikutti myös päivittäiseen seleeninsaantiin ja se oli n. 0,080 mg/vrk (energiataso 10 MJ) vuosina 1992–1996. Tämä oli hyvin lähellä sitä tasoa, jolle alun perin lannoitustoimenpiteellä pyrittiin. Vuonna 1999 arvioitu keskimääräinen seleeninsaanti oli 0,065 mg/vrk (energiataso 10 MJ), eikä siinä näy vielä vuonna 1998

tehty lannoitteiden seleenimäärän lisäys (Kuva 3). Seleninsaanti vastaa hyvin uutta amerikkalaista DRI-suositusta 0,055 mg/vrk. Suomalaisten päivittäinen seleeninsaanti on siis erittäin hyvällä tasolla eikä seleenivalmisteiden käytölle ole perusteita minkäänlaisen ruokavalion yhteydessä. Saantiarvio ei ole kuitenkaan täysin verrannollinen aikaisemmin tehtyihin, koska elintarvikkeiden seleeniseurantamenettelyä muutettiin vuoden 1996 jälkeen.



**Kuva 3.** Selenin saannin kehitys Suomessa (energiataso 10 MJ) (HY, soveltavan kemian ja mikrobiologian laitos).

# Ihmisten veren seleenipitoisuus

Georg Alfthan & Antti Aro

*Kansanterveyslaitos, Ravitsemusosasto, Mannerheimintie 188, 00300 Helsinki,  
georg.alfthan@ktl.fi, antti.aro@ktl.fi*

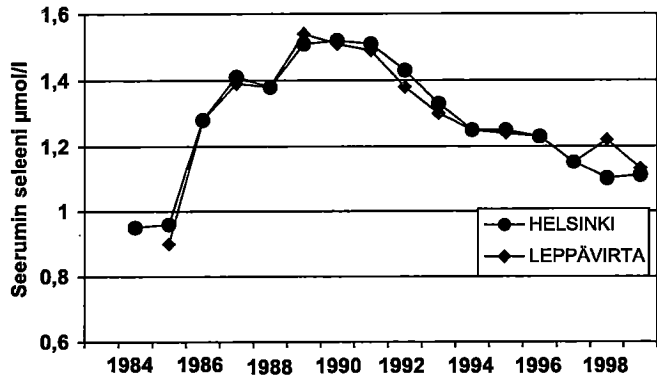
Veren seleenipitoisuuksia on systemaattisesti seurattu vuodesta 1984 lähtien sekä kaupunkilaisväestössä (Helsinki, n=35) että maaseutuväestössä (Leppävirta, n=45). Seerumin seleenipitoisuudet olivat ennen seleenin lisäämistä lannoitteisiin 0,82–0,88  $\mu\text{mol/l}$  (65–70  $\mu\text{g/l}$ ). Seleenipitoisuudet nousivat lisäyksen jälkeen kummassakin ryhmässä n. 70% saavuttaen huipputason vuonna 1990, noin 1,5  $\mu\text{mol/l}$ . Vuoden 1991 jälkeen pitoisuudet ovat las-

keneet tasolle 1,1  $\mu\text{mol/l}$  (Kuva 4).

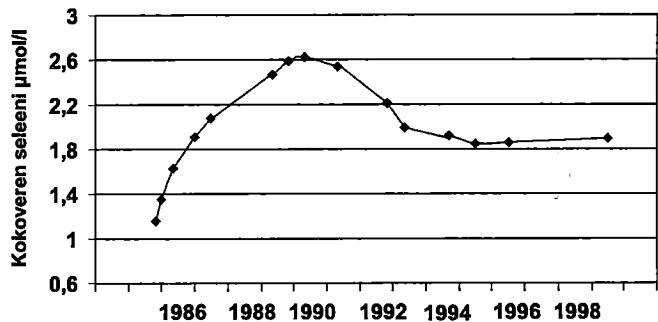
Kokoveren seleenipitoisuus on reagoinut saannin muutoksiin hitaammin kuin seerumin seleenipitoisuus (Kuva 5). Huippuvuosien, 1989–1991 tasosta, 2,6  $\mu\text{mol/l}$ , on pitoisuus touko-kesäkuussa 1999 laskenut tasolle 1,9  $\mu\text{mol/l}$ , joka on kuitenkin noin 65 % suurempi kuin lähtötaso ennen seleenilannoitusta (Kuva 5).

Muutokset kokoveren ja seerumin keskimääräisissä seleenipitoisuuksissa ovat

SEERUMIN SELEENI 1984-1999



Kuva 4. Seerumin seleeni 1984–1999.



Kuva 5. Kokoveren seleeni 1985–1999, Helsinki.



seuranneet saannin muutoksia sekä seleenilannoitusta edeltävänä että sen aikana. Veren seleenipitoisuuden käyttö saannin biomarkkerina on osoittautunut taloudel-

liseksi menetelmäksi väestön seleenitilan arvioimiseksi.

# Analyysien luotettavuus

Merja Eurola

*Maatalouden tutkimuskeskus, Elintarvikkeiden tutkimus, Kemian laboratorio,  
31600 Jokioinen, merja.eurola@mtt.fi*

Joulukuussa 1999 MTT:n Kemian laboratorio järjesti seleeniseurannassa mukana oleville laboratorioille seleenianalyysitasojen vertailututkimuksen. Näytteinä oli neljä matriisiltaan ja seleenipitoisuudeltaan

erilaista elintarviketta ja yksi rehunäyte. Vertailututkimus osoitti, että seleeniseurantaa tekevien laboratorioiden tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia.

# Johtopäätökset

## Seleenityöryhmä

Vuonna 1998 lannoitteiden seleenimäärää tarkistettiin ja niiden seleenipitoisuus nostettiin 10 mg:aan/kg. Päätöksen taustalla oli tieto lannoituskäytännön muutoksista, jotka olivat pienentäneet peltoihin tulevaa seleenimäärää selvästi. Tämä näkyi myös elintarvikkeiden seleenipitoisuuksien ja seleenin saannin pienenemisenä. Muutoksen jälkeen elintarvikkeiden seleenipitoisuudet ovat nousseet hieman vuonna 1998 tehdyn seleenin lannoitustason nostamisen jälkeen. Luomutuotetuissa elintarvikkeissa ja rehussa seleenipitoisuudet ovat kuitenkin erittäin pieniä. Tämä voi osoittautua ongelmaksi kotieläinten ravitsemuksessa esimerkiksi luomutuotetuilla naudoilla.

Kotimaisen leipäviljan seleenipitoisuudet ovat nousseet selvästi vuonna 1999. Tämä ei kuitenkaan näy jauhojen ja leipien seleenipitoisuuksissa johtuen ulkomaisen, lähinnä EU-alueelta tuodun, viljan suuresta osuudesta jauhatuksessa.

Elintarvikkeiden seleenipitoisuuksien lievä nousu ei kuitenkaan näy vielä väestön seleeninsaannissa, joka vuonna 1999 oli hieman pienempi kuin 1996. Erityisesti lihar ryhmän osalta seleenin saanti oli pienentynyt kolmanneksen. Seurantajärjestelmässä tapahtuneiden muutosten vuoksi saantiarviot eivät kuitenkaan ole täysin vertailukelpoisia. Vuonna 1999 seleenin saanti oli 0,065 mg/vrk, mikä on edelleen hyvä saantitaso ja varmistaa väestön ravitsemuksellisesti riittävän seleenin saannin erityyppistä ruokavalioista.

Seleenilannoitus ei ole vaikuttanut vesistöjen tai maaperän veteen uuttuvan seleenin määrää lisäävästi. Lannoitteista viljelymahiin tulevan seleenin määrä on suhteellisen pieni ja se sitoutuu nopeasti maaperään, jolloin huuhtoutuminen on vähäistä. Näin ollen seleenilannoitus ei ole aiheuttanut haitallista ympäristön kuormittumista.

## Kirjallisuus

---

**Koivistoinen, P.** (ed.) 1980. Mineral element composition of Finnish foods: N, K, Ca, Mg, P, S, Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, Co, Ni, Cr, F, Se, Si, Rb, Al, B, Br, Hg, As, Cd, Pb and Ash. Acta Agriculturae Scandinavica supplementum 22 170 p.

**Oksanen, H.E.** 1980. Seleni kotieläinten ravitse-

muksessa ja sen biologinen vaikutus. Eläinlääketieteellinen korkeakoulu, Julkaisuja 2. Helsinki: Eläinlääketieteellinen korkeakoulu. 111 p.

MMMp 59/1998. Päätös lannoitteista annetun maa- ja metsätalousministeriön päätöksen 3§:n muuttamisesta.



Aiemmin julkaisematon seleenityöryhmän raportti vuodelta 1983  
6.10.1983

## MAA- JA METSÄTALOUSHMINISTERIÖN SELEENITYÖRYHMÄ

Seleenin lisääminen lannoitteisiin – näkökohtia ja toimenpidesuositus

Seleeni maaperässä, kasveissa ja eläimissä

Syntyhistoriaansa liittyvistä syistä Suomen maaperä sisältää vain vähän helposti haihtuvia ja helposti huuhtoutuvia aineita. Suomen kivennäismaalajit ovat muodostuneet pääosin ikivanhasta magmaattisesta peruskalliosta, jonka syntyessä kivisulan lämpötila on ollut hyvin korkea. Jääkausi on perusteellisesti siirrellyt ja huuhtonut irtonaisia maalajeja. Niinpä jodin, fluorin, seleenin ja mahdollisesti joidenkin muiden lähinnä anionisessa muodossa esiintyvien aineiden pitoisuudet ovat pieniä.

Maaperässä olevan seleenin siirtymistä vihreisiin kasveihin vaikeuttavat lisäksi viljelymaittemme matala pH, suuri rautapitoisuus ja paikoin (esim. Pohjanmaan rannikolla) suuri sulfaattipitoisuus. Sairaudet, jotka ovat yhteydessä rehun niukkaan seleenitasoon, ovatkin olleet yleisiä ongelmia sekä nautakarjan että sian kasvatuksessa. Sairastumisalttiuteen vaikuttavat tosin monet muutkin tekijät, kuten rehujen E-vitamiinitaso ja rasvan määrä ja laatu. Kaupallisiin väkirehuihin on lisätty 60-luvulta lähtien natriumseleniittiä siten, että rehujen seleenipitoisuus on ollut 0,1 mg/kg kuivaa rehua. Tämän lisäksi joudutaan melko usein käyttämään seleenilääkitystä erityisesti karjan nopeimman kasvun aikana.

Seleeni ei ole kasveille välttämätön kasvutekijä. Kasvi pystyy kasvamaan ja lisääntymään normaalisti vaikka maaperän seleenipitoisuus olisi mitättömän pieni. Maaperän seleeniköyhyys välittyy vaimentumattomana kasveja syöviin eläimiin ja ihmiseen, joiden välttämätön ravintotekijä seleeni kiistatta on. Kotieläinten sairauksiin verrattavia selviä puutosoireita ei kuitenkaan ihmisellä havaita. Tämä johtunee osittain ihmisen ruokavalion monipuolisuudesta ja alkuperän vaihtelevuudesta verrattuna kotieläimiin, jotka syövät pääasiassa saman tilan heinää tai rehuviljaa. Nopeakasvuisuus on myös tärkeä kotieläimiä altistava tekijä.

### Viljan seleeni

Viljan seleenipitoisuus muodostuu maaperän seleenitason ja muiden maaperäominaisuuksien mukaisesti. Seleenirikkaassa maaperässä viljan pitoisuus saattaa nousta hyvinkin suureksi, sillä kasvilla ei ilmeisesti ole tarvetta eikä keinoakaan rajoittaa seleenin tuloa maaperästä. Maasta tuleva epäorgaaninen seleeni sitoutuu kasvissa pääasiassa proteiineihin ja muuttuu siten orgaaniseen muotoon. Tällaisen seleenin vaikutus esimerkiksi ihmisen kudosten seleeniarvoihin on selvästi suurempi kuin epäorgaanisessa muodossa nautitun seleenin.

Kotimaisen viljan seleenipitoisuus on poikkeuksellisen pieni. Tuontiviljan pitoisuus voi olla alkuperästä riippuen siihen verrattuna jopa satakertainen. Myös muiden elintarvikkeiden pitoisuudet vaihtelevat alkuperän mukaan, mutta eivät ilmeisesti yhtä laajoissa rajoissa kuin viljan.

## Seleenin saanti

Väestön seleenin saanti vaihtelee lähinnä kotimaisen viljasadon ja sitä seurailevan tuonti- ja kotimaisen viljan jauhatussuhteen mukaan. Saanti oli 70-luvun puolivälissä 12 megajoulen (2900 Kcal) energiatasolla 0,03 mg/vrk. Se on kansainvälisesti verrattuna poikkeuksellisen matala saantitaso ja alittaa selvästi USA:n tiedoneuvoston määrittelemän riittävän ja turvallisen saannin alarajan, 0,05 mg/vrk. V. 1982 oli keskimääräinen päiväsaanti pitkään lähes 0,07 mg/vrk. Tätä suurempi ei saantimme ilmeisesti ole ollut koskaan tällä vuosisadalla. Nykyinen saantitaso on hieman 0,05 mg:n alapuolella ja se on edelleen laskussa, erityisesti siitä syystä, että vehnän jauhatuksessa kotimaisuusaste on noussut 1.9.1983 lukien 100 %:ksi ja rukiin 70 %:ksi.

On vaikea arvioida, laskeeko seleenin saanti enää takaisin 70-luvun puolivälin tasolle, sillä vuoden 1982 hyvä saantitilanteemme johtui osittain myös kotieläintuotteiden, maidon ja lihan kohentuneesta seleenitilanteesta. Tähän on vaikuttanut ilmeisesti rehujen tuonti, mutta ehkä myös entistä intensiivisempi seleenitäydennettyjen rehujen käyttö. Hyvinä satovuosina orgaanisen seleenin saanti kuitenkin pienenee, ja se heijastuu epäilemättä myös kotieläintuotteiden seleenipitoisuuksiin, joskin hitaammin kuin viljavalmisteiden pitoisuuksiin.

## Seleenilannoitus

Elintarvikkeittemme matala seleenin perustaso, seleenivajauksen tuomat ongelmat kotieläinravitsemuksessa, jatkuvasti lisääntyvät tiedot seleenin fysiologisesta merkityksestä ihmiselle, esitetyt hypoteesit seleenivajauksen osuudesta sydän- ja verisuonitautien ja syövän syntyyn, sekä seleeniä koskevat kohu-uutiset ovat herättäneet keskustelua seleenin lisäämisestä elintarvikkeisiin jossakin tuotantovaiheessa. Eri vaihtoehdoista lannoitteiden kautta tapahtuva viljan seleenitason nosto on selvästi toteuttamiskelpoisin. Suora lisäys elintarvikkeisiin ei tule kysymykseen virheannostelumahdollisuuden vuoksi.

Viljan seleenitasoon on helppo vaikuttaa maan kautta tapahtuvalla lannoituksella. Noin 10 g seleeniä natriumselenaattina hehtaarille nostaa viljan seleenipitoisuuden tasolle 0,1 mg/kg, mikä seleenin saannin riittävyyttä silmälläpitäen tuntuu sopivalta tavoitteelta. Samalla epäorgaaninen seleeni muuttuu biologiseen ja siten ihmiselimistön kannalta sopivampaan muotoon.

Vain osa (5–10 %) lannoiteseleenistä siirtyy kasviin. Loppu sitoutuu maahan siten, että jo toisen satokautena sen lannoitevaikutus on olematon. Siten toistuvasti lannoitettaessa maan seleenipitoisuus kasvaa jatkuvasti joskin selenaattia käytettäessä hyvin vähän. Huuhtoutumista ei juuri tapahdu sillä selenaatti pelkistyy maassa nopeasti seleniitiksi, joka sitoutuu maahan tiukasti. Seleenin lisäys ei siten muodosta ympäristöongelmia. Maaperän seleenitason kehitystä olisi kuitenkin jatkuvasti seurattava. Tarpeen tullen lannoitteiden seleenitasoa on voitava joustavasti muuttaa tai seleenin lisääminen kokonaan keskeyttää.

Viljelijälle seleenilannoite toisi lisäkustannuksia n. 1 p/lannoitekilo. Kuluttaja joutuisi maksamaan n. 2,5 mk/vuosi.

## Seleeni ja terveys

Seleenin biokemialliset vaikutukset liittyvät glutationiperoksidaasi-entsyymiin, jonka rakenneosa seleeni on. Tämä poistaa vetyperoksidia kudoksista, minkä lisäksi se saattaa hajottaa rasvojen hapettumistuotteita ja vaikuttaa eräiden kudoshormonien aineenvaihduntaan.

Ravinnon orgaaninen seleeni imeytyy paremmin kuin epäorgaaniset yhdisteet. Epäorgaaniset yhdisteet (seleniitti, selenaatti), toisin kuin orgaaniset, lisäävät veren seleenipitoisuutta vain määrättyyn rajaan asti, minkä jälkeen suurin osa erittyy virtsaan. Myrkytysvaara on hieman suurempi orgaanisilla yhdisteillä, mutta toisaalta on ilmeistä, ettei pelkkä seerumin pitoisuus kuvasta luotettavasti kudosten pitoisuuksia eikä myöskään toksisten vaikutusten vaaraa.

Sydäntaudit: Koe-eläimissä vaikea seleenin puute aiheuttaa sydän ja luurankolihasrakennetta rappeuttavaa, maksavaurioita ja äkkikuolemia. Oireet, jotka kehittyvät erityisesti kasvuvaiheessa, voidaan estää antamalla seleeniä. E-vitamiinin puute herkistää seleenin puutteen vaikutuksille.

Vaikea seleenipuute voi myös ihmisellä aiheuttaa sydänlihaskasvainta. Keski-Kiinassa on todettu ns. Keshan-tauti lapsilla ja odottavilla äideillä. Tauti johtuu seleenin puutteesta yhdistyneenä puutteelliseen ravitsemukseen tai virustauteihin ja se voidaan estää antamalla seleeniä. Myös pitkäaikaiseen suonensisäiseen ravitsemukseen tai vaikeisiin imeytymishäiriöihin voi harvoin liittyä seleeni puutteen aiheuttama sydänlihaskasvain. Suomessa ei ole todettu seleenin puutteen aiheuttamaa sydänlihaskasvainta.

Seleenin puutteen on epäilty altistavan koronaaritaudille. Yhdysvalloissa ja Ruotsissa on havaittu sydäntauteja esiintyvän runsaimmin niillä alueilla, joiden maaperässä tai juomavedessä on niukasti seleeniä. Suomessa osoitettiin Pohjois-Karjala-projektin aineistosta, että alhaisiin seerumin seleenipitoisuuksiin (<0,045 mg/l) liittyi suurentunut koronaaritaudin riski. Toisaalta kahdessa muussa kotimaisessa tutkimuksessa, ns. Helsingin tutkimuksessa ja seitsemän maan tutkimuksessa ei seerumin seleenipitoisuuden ja koronaaritaudin ilmaantumisen välillä todettu riippuvuutta.

Pahanlaatuiset kasvaimet: Epidemiologisissa tutkimuksissa on todettu käänteinen suhde ravinnon seleenin määrään ja monien eri elinten kasvainten esiintymisen välillä. Lisäksi on syöpäpotilaiden seerumin seleenipitoisuus todettu pienemmäksi kuin terveiden henkilöiden, mutta tulos saattaa olla seuraus syövän vaikutuksesta eikä syövän syy.

Seleenin ja syövän välisestä yhteydestä on myös saatu viitteitä kahdesta tapaus-verrokkitutkimuksesta USA:sta ja Suomesta. Molemmista todettiin yhtäpitävästi, että pieneen seerumin seleenipitoisuuteen liittyi suurentunut riski sairastua moneen erilaiseen syöpämuotoon.

Lukuisat eläimillä tai kudosiseläimillä suoritettavat kokeelliset tutkimukset ovat osoittaneet seleenin estävän kasvainten muodostumista. Useimmissa näissä on kuitenkin käytetty 20–50 kertaa fysiologisia pitoisuuksia suurempia seleenimääriä. Vain kahdessa tutkimuksessa on todettu elimistössä esiintyvien pitoisuuksien vaikuttavan kasvainten muodostumiseen. Sekä epidemiologiset että kokeelliset tutkimukset viittaavat siihen, että seleenin vaikutus kohdistuisi varsinkin yleisesti kas-

vainten kehitykseen. Vaikutuksen mekanismi on tuntematon.

Seleenimyrkytys: Eräillä alueilla Kiinassa ja Etelä-Amerikassa maaperästä voidaan saada jopa myrkyllisiä annoksia seleeniä. Myrkytyksessä todetaan hengityksessä ja hiessä luonteenomaisen valkosipulia muistuttava hajua, esiintyy hius- ja kynsimuutoksia, ihottumia sekä monihermotulehdusta, jopa halvauksia. Seleenimyrkytyksiä on todettu henkilöillä, jotka ovat saaneet ravinnosta 3–7 mg/vrk seleeniä. Harvojen havaintojen perusteella voidaan summittaisesti arvioida, että orgaaniset seleeniyhdisteet voivat aiheuttaa myrkytysoireita, jos saanti ylittää jatkuvasti 1 mg/vrk. Epäorgaanisia yhdisteitä on pidetty vaarattomina, mutta eräiden havaintojen mukaan myrkytysoireita saattaa ilmaantua henkilöillä, jotka käyttävät pitkiä aikoja 1–2 mg/vrk natriumseleniittiä tavallisen ruokavalion lisäksi.

Yhteenvedo: Tähänastiset tutkimustulokset osoittavat, että erittäin vaikeaan seleenin puutteeseen liittyy sydänlihassairaus, joka voidaan estää seleeniä antamalla. Tällaista ei ole kuitenkaan esiintynyt Suomessa. Tiedot seerumin seleenipitoisuuden ja koronaaritaudin yhteydestä ovat ristiriitaiset. Sen sijaan enemmän tiedetään seleenin syöpää ehkäisevästä vaikutuksesta, jonka puolesta puhuvat sekä epidemiologiset että kokeelliset havainnot. On vain toteen näyttämättä, onko seleenin vaikutus farmakologinen vai ilmeneekö se myös fysiologisissa pitoisuuksissa.

Ei ole todisteita siitä, että seleeniä antamalla voitaisiin parantaa puutteen aiheuttamiksi väitettyjä sairauksia, joten ratkaisua seleenin lisäämisestä lannoitteisiin tai muuta kautta ravintoon ei voida perustaa hoitonaikokohtiin. Seleenin saannin kohtuulliseen lisäämiseen ei toisaalta näytä liittyvän mitään terveysriskejä. Pyrittäessä lisäämään seleenin saanti keskimäärin tasolle 0,05 mg/vrk on turvallisuusmarginaali n. 20-kertainen verrattuna määriin, jotka pitkään käytettyinä saattavat aiheuttaa myrkytysoireita. Terveydellisten vaikutusten kannalta ei näytä olevan oleellista eroa siinä, saadaanko seleenilisiä orgaanisessa vai epäorgaanisessa muodossa, mutta vahinkojen mahdollisuus on erityisen pieni, jos seleeni lisätään lannoitteisiin, joista se siirtyy vain rajoitetusti ravintoon.

### Seleenilisyksen merkitys

Vallitsevan käsityksen mukaan riittävä ja turvallinen seleenin päiväsaanti on 0,05–0,2 mg. 1970-luvun puolivälissä saatiin viljasta n. 0,003 mg ja muista elintarvikkeista, pääasiassa lihasta, kalasta, maidosta ja munista 0,027 mg seleeniä energiatasolla 12 megajoulea (2900 Kcal). Nykyisin saadaan muista kuin viljavalmisteista 0,035–0,04 mg seleeniä. Nykyisellä kulutustasolla (n. 200 g/vrk), ehdotetulla pitoisuustasolla (0,1 mg/kg) ja 100 %:n kotimaisuusasteen vallitessa saataisiin viljavalmisteista n. 0,02 mg seleeniä päivässä. Siten seleenin kokonaissaanti olisi 0,055–0,06 mg/12 megajoulea. Jos jauhatuksessa käytettäisiin 50 % kotimaisista ja 50 % pohjois-amerikkalaista viljaa, nousisi viljasta saatavan seleenin määrä ääritapauksessa 0,05 mg:aan. Sen sijaan, jos tuontivilja olisi eurooppalaista alkuperää, jäisi saanti kaikilla sekoitussuhteilla pienemmäksi kuin täysin kotimaisesta viljasta.

Seleenistä käyty kiihkeä julkinen keskustelu on ylikorostanut tämän yksittäisen ravintotekijän merkitystä. Se on tuonut mukanaan tarpeetonta pillerien ja preparaattien käyttöä, jopa hengenrevaarallista omatoimista lääkintää. Suomalaisen viljan seleeniköyhyydestä on tullut negatiivinen laatutekijä, joka voi saada runsaan kotimaisen sadon näyttämään jopa epätoivottaval-

ta. Kysymys saattaa heijastua koko suomalaisten elintarvikkeiden vientikauppaan, ja tällöin on kysymys todella suurista taloudellisista arvoista. Jos seleenin lisääminen lannoitteisiin pysyisi poistamaan tällaiset epäkohdat, olisi se eräs voimakkaimmista seleenitilanteen normalisointia puoltavista perusteluista.

Erityisvalmisteiden ympärillä pyörivä kauppa on mitä voimakkain osoitus kuluttajien tunte-masta epäluottamuksesta normaalielintarvikkeidemme ravitsemuksellista laatua kohtaan. Tämä epäluottamus on aiheeton, sillä jokaisella yksilöllä on mahdollisuus valita nykyisen tarjonnan vallitessa ruokavalio, jonka rajoittavaksi tekijäksi ei muodostu seleeni eikä mikään muukaan ravintotekijä. Koska tällainen valinta vaatii kuitenkin itsekuria ja asennemuutoksia, on ravitsemusvalistuksen tie seleenikysymyksen hoitamiseen ilmeisesti yksinään riittämätön nykyisessä tilanteessa.

#### Toimenpide-ehdotukset

Toimikunta esittää, että

- yleislannoitteisiin lisätään seuraavasta satokaudesta alkaen seleeniä natriumselenaattina siten, että normaalilannoituksella viljan seleenitaso nousee nykyisestä 0,01–0,015 mg:sta noin 0,1 mg:aan/kg
- lannoitteiden, maaperän, elintarvikkeiden ja ihmisten seleenitilannetta seurataan sellaisten laboratorioitten toimesta, joilla on siihen välitön analyttinen valmius (Valtion maanviljelyskemian laitos, Maantutkimuslaitos, Elintarvikekemian- ja teknologian laitos, Kansanterveyslaitos)
- Maa- ja metsätalousministeriö asettaa seurantaa varten asiantuntijaryhmän

Seleenityöryhmän kokoonpano:

Reino Uronen, puheenjohtaja  
 Jussi Huttunen  
 Pekka Koivistoinen  
 Johan Korkman  
 Markku Murtomaa  
 Leena Räsänen  
 Pertti Varo, sihteeri  
 Antti Aro, sihteeri



**Luettelo maa- ja metsätalousministeriön julkaisemista seleenityöryhmän muistioista**

Työryhmämuistio MMM 1984:7	Ehdotus lannoitteisiin lisättävistä seleenimääristä
Työryhmämuistio MMM 1985:2	Ehdotus seleenilannoituksen vaikutuksia selvittävän tutkimuksen ja seurannan järjestämisestä
Työryhmämuistio MMM 1986:3	1. seurantaraportti
Työryhmämuistio MMM 1986:23	I vuosiraportti
Työryhmämuistio MMM 1987:29	II vuosiraportti
Työryhmämuistio MMM 1988:34	III vuosiraportti
Työryhmämuistio MMM 1989:28	IV vuosiraportti
Työryhmämuistio MMM 1990:12	Seleenilannoituksen tarkistettu seurantasuunnitelma
Työryhmämuistio MMM 1990:26	V vuosiraportti
Työryhmämuistio MMM 1994:2	Seleenityöryhmän raportti

## Säilörehun seleenipitoisuudet.

Taulukko 1. Säilörehujen seleenituloksia (KTTK). Näytteet otettu kesällä 1999.

Näytteenotto paikka	Kosteus %	Se kuiva-aineessa keskiarvo mg/kg	Pellon lannoitus	Lannoituk- sessa Se	Niitto	Sadetus
Suovanlahti	75,3	0,12	Pellon Y-4 500 kg, NK 400 kg	on	II niitto	ei
Suodenniemi	74,0	0,17	Pellon salpietari n.50 kg	ei	II niitto	ei
Hämeenkyrö	71,5	0,33	Pellon Y 5 500 kg	on	II niitto	ei
Hämeenkyrö	65,2	0,26	Pellon Y-4 450 kg/ha	on	I niitto	ei
Sahalahti	44,9	0,02	Luomu, apilapitoinen			
Kuvansi	66,8	0,18	Pellon Y-5 200 kg	on	I niitto	ei
Naarajärvi	59,6	0,07	Pellon Y-3 400 kg	on	II niitto	ei
Koikkala	59,1	0,00	Luomu, apilapitoinen			
Koikkala	77,1	0,04	Luomu, apilapitoinen			
Tohmajärvi	73,5	0,15	Typpirikas Y-2 450 kg/ha niitto	on	II niitto	ei
Tohmajärvi	78,8	0,21	Pellon Y-4 500 kg	on	I niitto	ei
Tolosenmäki	81,9	0,25	Typpirikas Y-2 500 kg	on	I niitto	ei
Otava	82,6	0,40	Pellon Y-2 560 kg	on	I niitto	ei
Joutsa	76,7	0,17	Pellon Y-2 400 kg	on	II niitto	ei
Pulkonkoski	81,4	0,46	Pellon Y-5 n.500 kg	on	I niitto	ei
Korpijärvi	75,5	0,27	Pellon Y-4 400 kg (apilapit)	on	I niitto	ei
Ahkionlahti	74,2	0,56	Pellon Y-6 560 kg	on	I niitto	ei
Jakokoski	73,2	0,39	Pellon Y-2 500 kg	on	I niitto	ei
Siilinjärvi	75,3	0,28	Pellon-NP 385 kg	on	I niitto	ei
Hikiä	56,1	0,02	Pellon Y-2 500 kg	on	II niitto	ei
Lappila	60,7	0,00	Tigoteam 25-5-5 400 kg	ei	I niitto	ei
Rajamäki	74,6	0,03	Tigoteam 26-2-3 420 kg	ei	I niitto	ei
Konnevesi	74,2	0,35	Sijrtyy luomuun 2-v menossa	ei	I niitto	ei
Viinjärvi	64,7	0,18	Salpietari 350 kg I niitto/200kg,II niitto	ei	II niitto	ei
Keskiarvo		0,20				
Keskihajonta		0,16				

**Taulukko 2.** Säilörehun (nurmi ja vilja) seleenipitoisuuksia (mg/kg) Kemira Agro Oy:n maatilakoikeista.

Nurmi	Seleenipitoisuus mg/kg	
	Kevät	Kesä
Hakala	0,39	0,20
Hartikainen	0,28	0,20
Pellinen	0,42	0,18
Anttila	0,49	0,13
Ruuskanen	0,56	0,15
Heikkilä	0,50	
Libärk	0,28	0,14
Valkonen	0,39	0,19
Keskiarvo	0,41	0,17
Viljat		Lajike
Ylä-Uotila	0,22	Scarlet
Bergman	0,20	Saana
Rimpiläinen	0,14	Leila
Lammi	0,05	Saana
Lammi	0,05	Saana
Mehtälä	0,18	Botnia
Mehtälä	0,15	Botnia
Keskiarvo	0,14	

**Taulukko 3.** Säilörehun seleenipitoisuuksia mg/kg ka. (Viljavuuspalvelu Oy).

Säilörehu	Seleenipitoisuus mg/kg ka.	
	Keskiarvo	Vaihteluväli
Heinä	0,018	0,010-0,041
Esikuivattu keväsato	0,12	<0,010-0,53
Esikuivattu kesäsato	0,12	0,010-0,59
Esikuivattu syysato	0,073	<0,010-0,32
Tuoresäilötty keväsato	0,16	0,011-0,46
Tuoresäilötty kesäsato	0,15	0,015-0,041
Apilapitoinen säilörehu	0,031	0,011-0,071
Yhteensä	0,11	<0,010-0,59

## Rehuseosten seleenimääritykset.

Taulukko 1. Rehuseoksista tehdyt seleenimääritykset vuonna 1998.

	Tutkittu kpl	Tulos mg/kg	Tuoteselosteessa ilmoitettu, mg/kg	Annetut huomautukset
<b>Siipikarjan rehuseokset</b>	<b>5</b>			
Täysrehu kanoille	2	0.54 0.45	0.30 0.30	huomautus
Tiiviste kanoille	3	1.50 1.50 0.79	1.50 1.50 0.90	
<b>Sianrehuseokset</b>	<b>15</b>			
Täysrehu porsaille	2	0.48 0.52	0.40 0.30	huomautus
Täysrehu siolle	5	0.40 0.22 0.34 0.32 0.43	0.40 0.30 0.30 0.35 0.40	
Täysrehu emakoille	1	1.30	1.20	
Tiiviste siolle	7	0.82 1.70 2.50 2.30 1.40 1.50 1.50	1.20 1.30 1.70 1.80 1.10 0.30 1.60	huomautus
<b>Nautakarjan rehuseokset</b>	<b>2</b>			
Täysrehu naudoille		0.59 0.57	0.45 0.50	huomautus
<b>Kivennäisrehut</b>	<b>4</b>			
Kivennäisrehu		8.10 11.00 7.00 1.60	10.00 10.00 10.00 1.90	huomautus
<b>Lisäainevalmisteet</b>	<b>13</b>			
Lisäainevalmiste		9.0 13.10 10.00 10 mg/l 10mg/l 12.00 8.70 10.00 9.00 9.20 20.00 10.00 9.00	10.00 10.00 10.00 10.00 mg/l 10.00 mg/l 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00 20.00 10.00 10.00	huomautus

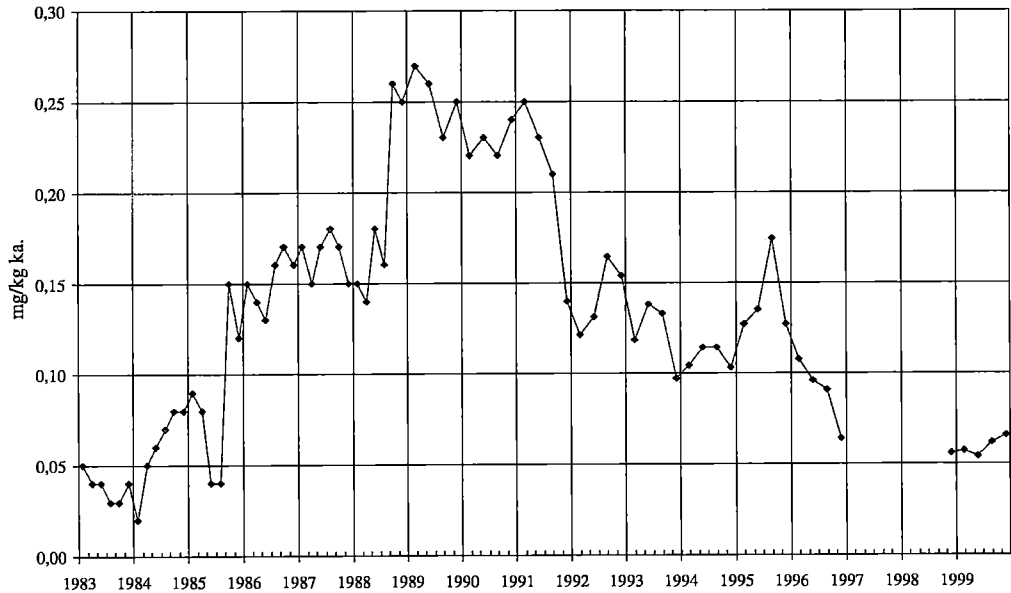
**Taulukko 2.** Rehuseoksista tehdyt seleenimääritykset vuonna 1999.

	Tutkittu kpl	Tulos mg/kg	Tuoteselosteessa ilmoitettu. mg/kg	Annetut huomautukset
<b>Siipikarjan rehuseokset</b>	<b>9</b>			<b>4</b>
Täysrehu kanoille	<b>6</b>	0,97	0,30	huomautus
		0,46	0,3	huomautus
		0,35	0,4	
		0,52	0,30	huomautus
		0,42	0,30	
		0,50	0,30	huomautus
Tiiviste kanoille	<b>3</b>	1,9	1,5	
		1,9	1,5	
		1,4	1,5	
<b>Sianrehuseokset</b>	<b>22</b>			<b>3</b>
Täysrehu porsaille	<b>3</b>	0,44	0,40	
		0,74	0,5	huomautus
Täysrehu siolle	<b>10</b>	0,47	0,4	
		0,25	0,23	
		0,57	0,4	
		0,69	0,4	huomautus
		0,5	0,4	
		0,31	0,4	
		0,35	0,4	
		0,35	0,4	
		0,35	0,4	
		0,38	0,4	
Täysrehu emakoille	<b>1</b>	0,35	0,4	
Tiiviste siolle	<b>8</b>	4,5	4,0	
		2,3	1,4	huomautus
		2,3	1,6	
		1,8	2,2	
		2,8	2,3	
		1,8	1,8	
		2,2	2,3	
		2,0	2,0	
<b>Yhteensä</b>	<b>31</b>			<b>7</b>

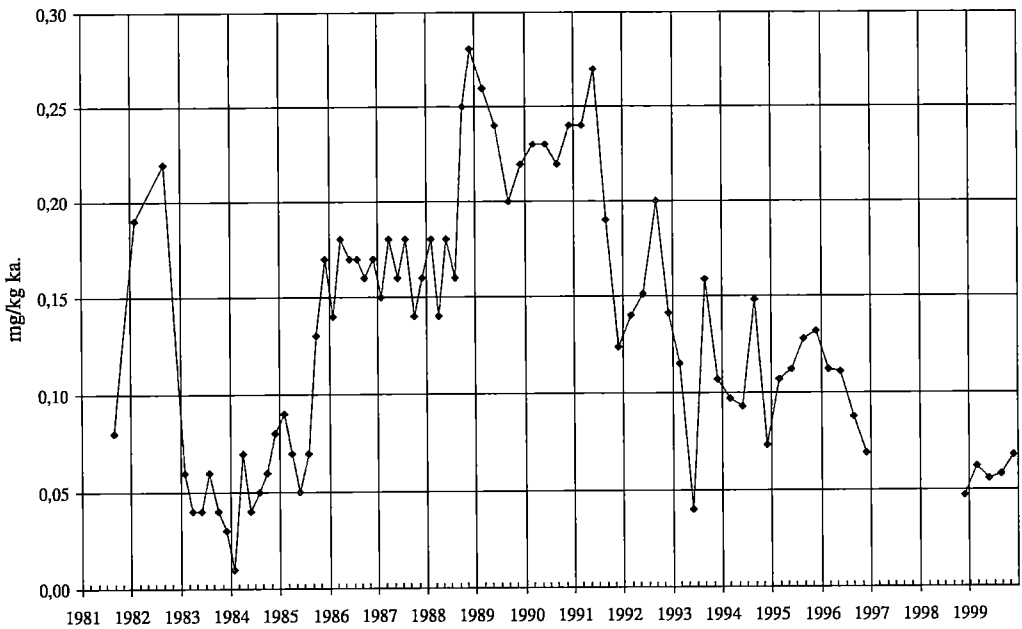
Taulukko 2. Jatkuu edelliseltä sivulta.

	Tutkittu kpl	Tulos mg/kg	Tuoteselosteessa ilmoitettu. mg/kg	Annetut huomautukset
<b>Nautakarjan rehuseokset</b>	<b>4</b>			<b>I</b>
Täysrehu naudoille		0,33 0,58 0,41	0,45 0,50 0,3	huomautus
Tiiviste naudoille		0,53	0,45	
<b>Kivennäisrehut</b>	<b>6</b>			<b>2</b>
Kivennäisrehu		21 20 13 3,4 8,6 19,3	18 20 20 2,0 8 18	huomautus huomautus
<b>Lisäainevalmisteet</b>	<b>11</b>			<b>I</b>
Lisäainevalmiste		15,0 21 22 1200 0,02 mg/ml 10,7 19 0,02 mg/ml 9,8 22,2 0,007 mg/ml	20 20 20 1500 0,02 mg/ml 10 20 0,02 mg/ml 10 20 0,01 mg/ml	huomautus
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>52</b>			<b>11 (21,2 %)</b>

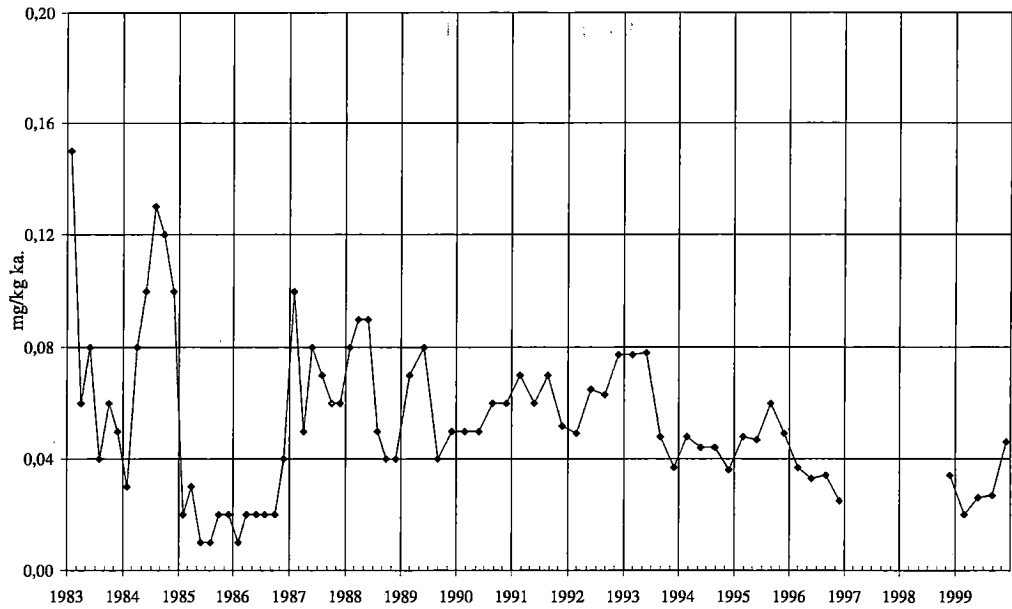
**Elintarvikkeiden seleenipitoisuudet.**



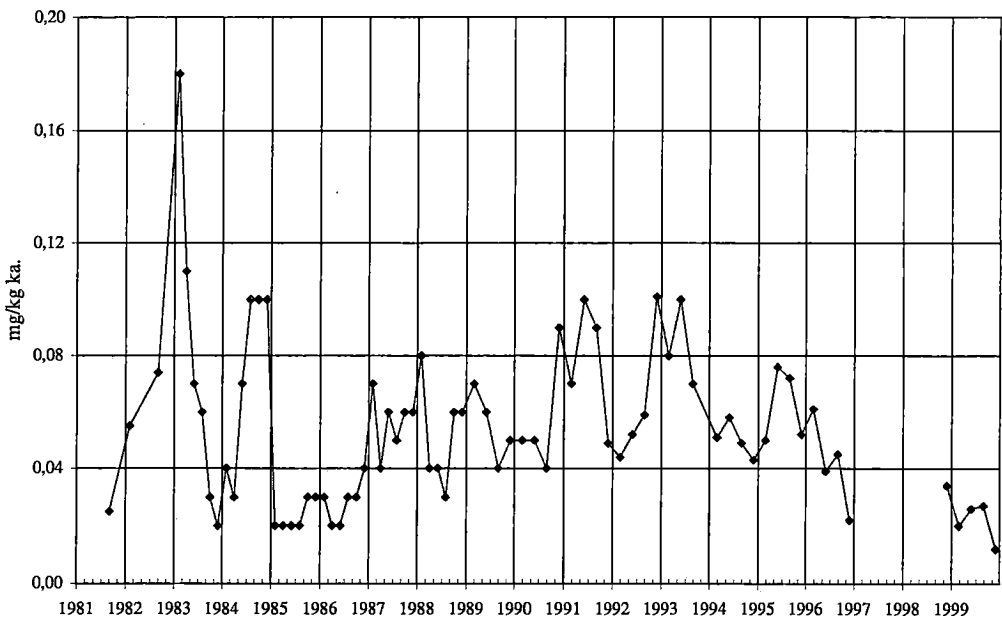
**Kuva 1. Vehnäjauhon seleenipitoisuus 1983–1999.**



**Kuva 2. Vehnäleivän seleenipitoisuus 1981–1999.**

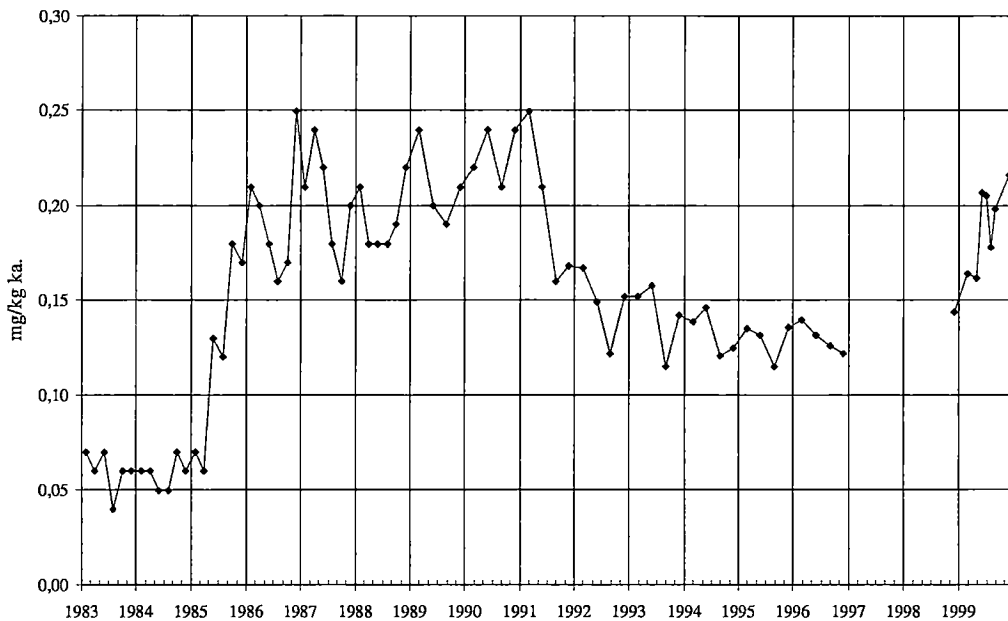


**Kuva 3.** Ruisjauhon seleenipitoisuus 1981–1999.

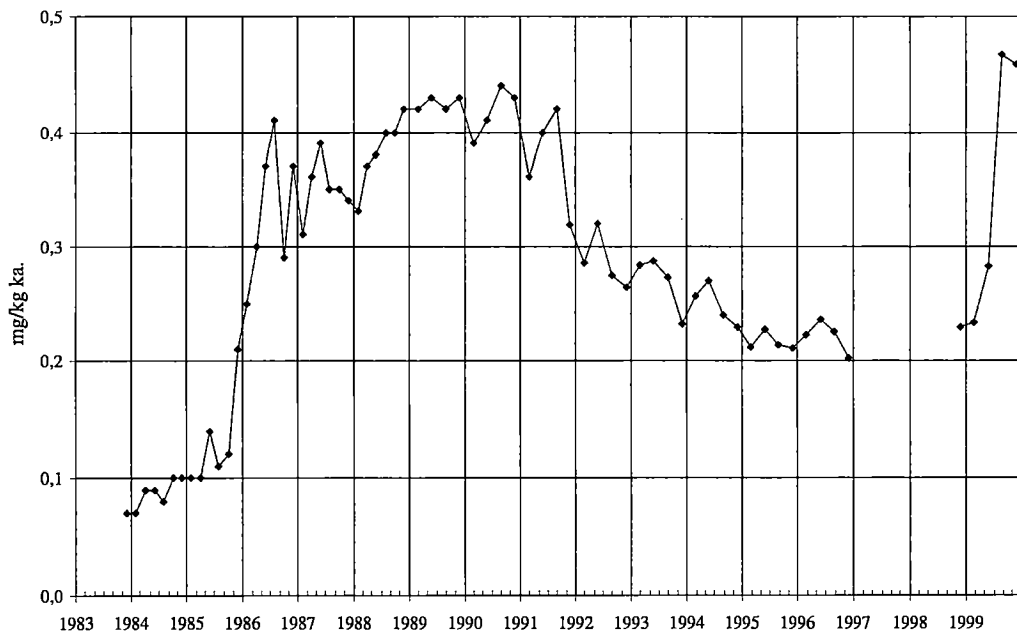


**Kuva 4.** Ruisleivän seleenipitoisuus 1983–1999.

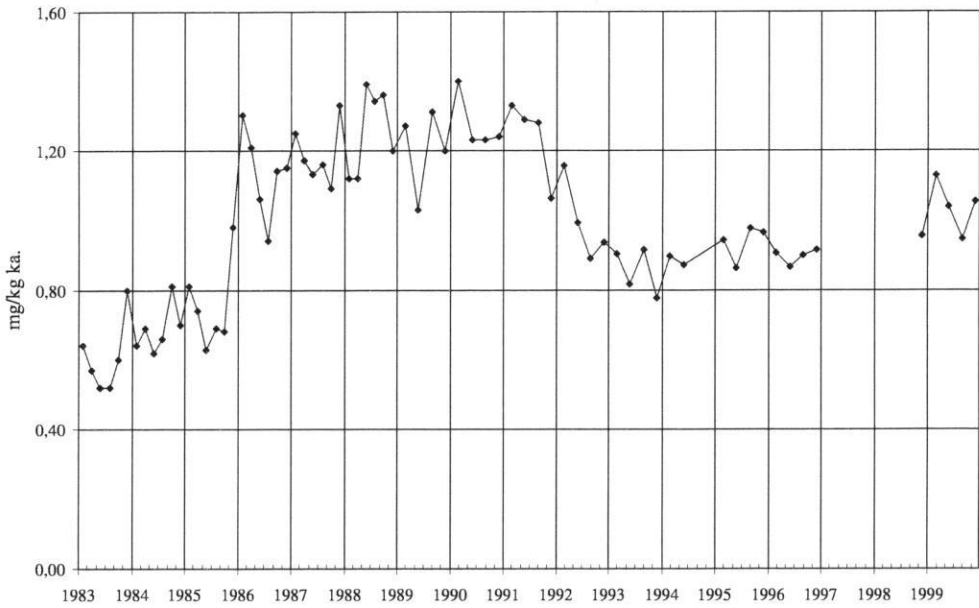




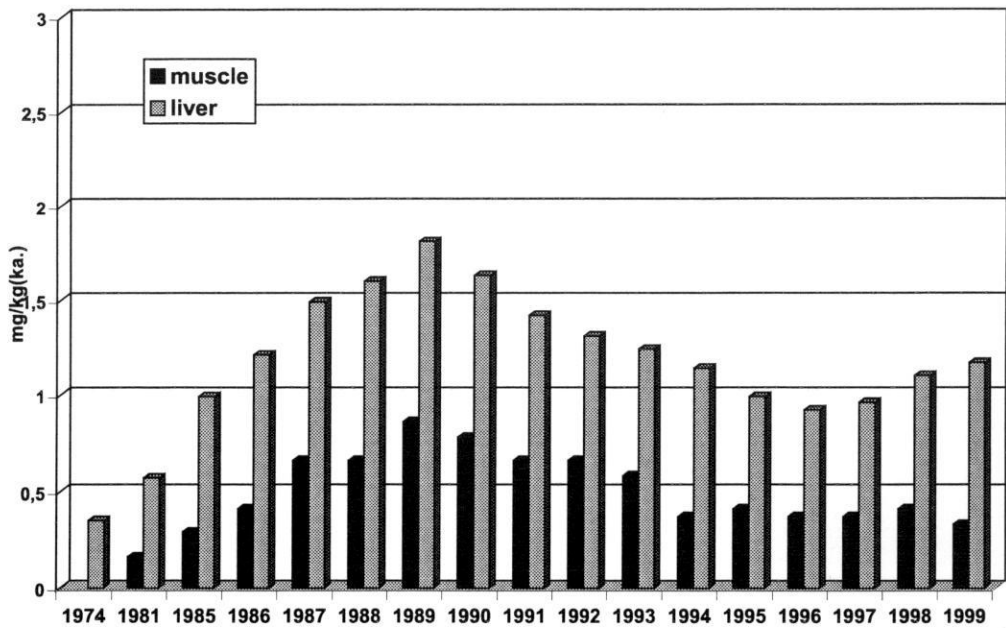
**Kuva 5.** Kulutusmaidon seleenipitoisuus 1983–1999.



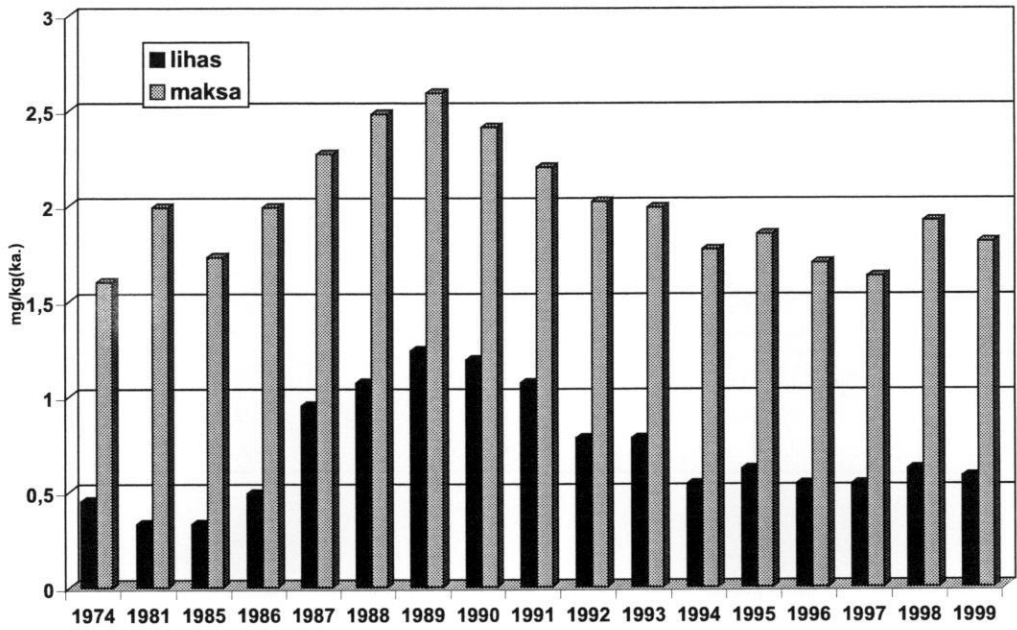
**Kuva 6.** Juuston seleenipitoisuus 1983–1999.



Kuva 7. Kananmunan seleenipitoisuus 1983–1999.



Kuva 8. Naudanlihan ja maksan seleenipitoisuudet 1974–1999.



Kuva 9. Sianlihan ja maksan seleenipitoisuudet 1974–1999.

Julkaisun sarja ja numero  
Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja.  
Sarja B 24

Julkaisuaika (kk ja vuosi)  
Syyskuu 2000

**Tekijä(t)**

Merja Eurola ja Veli Hietaniemi  
(toim.)

Tutkimushankkeen nimi  
Seleeniseuranta

Toimeksiantaja(t)  
Maatalouden tutkimuskeskus

**Nimike**

Seleenityöryhmän raportti. Seurantatulokset vuosilta 1997–1999.

**Tiivistelmä**

Vuonna 1984 Suomessa aloitettiin maa- ja metsätalousministeriön päätöksellä seleenin lisääminen moniravinteisiin epäorgaanisiin lannoitteisiin. Toimenpiteen tavoitteena oli väestön ja kotieläinten seleeninsaannin turvaaminen. Samassa yhteydessä asetettiin seleenityöryhmä, jonka tehtävänä oli arvioida seleenilannoituksen vaikutuksia ja tarvittaessa tehdä ehdotuksia lannoituskäytännön muuttamiseksi. Seleenityöryhmä toimi aluksi Helsingin yliopiston vetämänä. Vuonna 1998 maa- ja metsätalousministeriö antoi seleeniseurannan Maatalouden tutkimuskeskuksen tehtäväksi, joka koordinoi hanketta eri tutkimuslaitosten välillä.

Seleenilannoituksen tasoa on muutettu kaksi kertaa vuoden 1984 jälkeen. Vuonna 1990 lannoitteiden seleenipitoisuutta pienennettiin 6 mg/kg kaikkiin moniravinteisiin lannoitteisiin ja vuonna 1998 seleenimäärä nostettiin 10 mg/kg.

Viljelymaiden, pintavesien ja järvisedimenttien seleenipitoisuuksissa ei havaittu seleenilannoituksesta johtuvia muutoksia. Seleenipitoisuudet vuonna 1998–1999 olivat samaa tasoa kuin 1990-luvun alkupuolella. Nurmirehujen seleenipitoisuuksien vaihtelu on suurta erityisesti kevätsadossa. Pitoisuudet ovat pienentyneet jonkin verran 1990-luvulla ja yksittäisiä suuria pitoisuuksia ei havaittu. Rehuviljojen seleenipitoisuudet ovat pienentyneet 1990-luvun alkupuolelta noin puoleen. Pitoisuudet ovat nyt keskimäärin 0,04–0,05 mg/kg ka. Teollisissa rehuseoksissa havaittiin jonkin verran sallittujen pitoisuuksien ylityksiä. Tämä kuvastaa, miten vaikeaa rehuseosten valmistajien on arvioida raaka-aineiden seleenipitoisuutta.

Suomalaisten seleenin saanti on laskenut koko 1990-luvun ajan ja oli vuonna 1999 0,065 mg/vrk. Saanti on kuitenkin edelleen ravitsemuksellisesti riittävällä tasolla ja takaa hyvän saantitason erityyppisissä ruokavali-  
oissa.

Ihmisen veren ja seerumin seleenipitoisuudet olivat vuonna 1999 1,9  $\mu\text{mol/l}$  ja 1,1  $\mu\text{mol/l}$ . Pitoisuudet ovat laskeneet vuonna 1990 tehdyn lannoitteiden seleenipitoisuuden pienentämisen jälkeen ja ovat vakiintuneet nykyiselle tasolle. Pitoisuuksissa ei näy vielä vuonna 1998 tehtyä lannoitteiden seleenimäärän lisäystä.

**Avainsanat:**

seleeni, lannoitus, lannoitteet, rehut, elintarvikkeet, vilja, seerumi, vesi

**Toimintayksikkö**

Maatalouden tutkimuskeskus, Elintarvikkeiden tutkimus, Kemian laboratorio, 31600 Jokioinen

**ISSN**

1238-9943

**ISBN**

951-729-582-0



Tuloksia voi soveltaa luomu-  
viljelyssä

Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN

Puhelin (03) 4188 2327

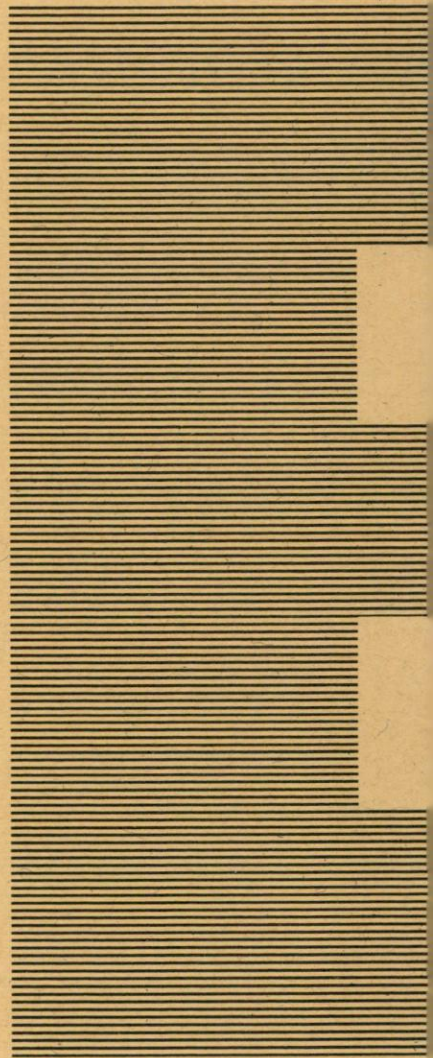
Telekopio (03) 4188 2339

**Sivuja**

25 s. + 5 liitettä

**Hinta**





Jyväskylän yliopistopaino 2000  
ISBN 951-729-582-0  
ISSN 1238-9943